PENGARUH VARIASI LAJU ALIRAN UDARA PADA BURNER TERHADAP EFISIENSI, DISTRIBUSI TEMPERATUR API, DAN EMISI GAS BUANG PADA KOMPOR BERBAHAN BAKAR OLI BEKAS

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata Satu (S1)

Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Ponorogo

ELBI DIKA PUTRA PERDANA

19511405

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO

2025

HALAMAN PENGESAHAN

Nama	: Elbi Dika Putra Perdana
NIM	: 19511405
Program Studi	: Teknik Mesin
Fakultas	: Teknik
Judul Proposal Skripsi	: Pengaruh variasi laju aliran udara pada burner terhadap efisiensi, distribusi temperatur api, dan emisi gas buangpada kompor berbahan bakar oli bekas

Isi formatnya telah di setujui dan dinyatakan memenuhi syarat
Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo

Ponorogo, 03 Juni 2025

Menyetujui

Prof. Dr. Sudarno, S.T., M.T.
NIK. 19680705 199904 11
(Dosen Pembimbing I) ……

Yoyok Winardi, S.T., M.T
NIK. 19860803 201909 13
(Dosen Pembimbing II) ……

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik,

(Edy Kurniawan, S.T., M.T)
NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Mesin

(Yoyok Winardi, S.T., M.T)
NIK. 19860803 201909 13

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Elbi Dika Putra Perdana
NIM	: 19511405
Program Studi	: Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul " PENGARUH VARIASI LAJU ALIRAN UDARA PADA BURNER TERHADAP EFISIENSI, DISTRIBUSI TEMPERATUR API, DAN EMISI GAS BUANG PADA KOMPOR BERBAHAN BAKAR OLI BEKAS" bahwa berdasarkan hasil dari pencarian berbagai macam karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang saya rancang/teliti di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yag secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber pustaka dan daftar pustaka.

Apabila di dalam Naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiatisme, saya bersedia Ijazah saya dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Ponorogo, 03 Juni 2025

Mahasiswa,

Elbi Dika Putra Perdana

NIM. 19511405

HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama	: Elbi Dika Putra Perdana
NIM	: 19511405
Program Studi	: Teknik Mesin
Fakultas	: Teknik
Judul Proposal Skripsi	: Pengaruh variasi laju aliran udara pada burner terhadap efisiensi, distribusi temperatur api, dan emisi gas buang pada kompor berbahan bakar oli bekas

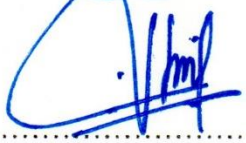
Telah diuji dan dipertahankan dihadapan

Dosen penguji tugas akhir jenjang Starata Satu (S1) pada :

Hari	: Jum'at
Tanggal	: 23 Januari 2026
Nilai	:

Dosen penguji

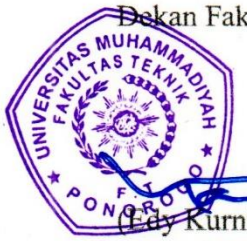
Yoyok Winardi, S.T., M.T.
NIK. 19860803 201909 13
(Ketua penguji) .....

Dr. Kuntang Winangun,S.Pd.,M.Pd
NIK. 19900421 202109 12
(Anggota penguji 2) ..... 

Ir. Fadelan, M.T
NIK. 19610509 199009 12
(Anggota penguji 3) .....

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,



(Edy Kurniawan, S.T., M.T)
NIK. 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Mesin

(Yoyok Winardi, S.T., M.T)
NIK. 19860803 201909 13

BERITA ACARA
BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Elbi Dika Putra Perdana

NIM : 19511405

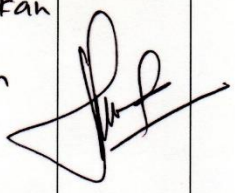
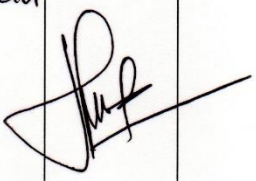
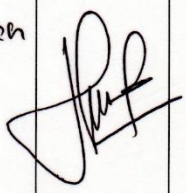
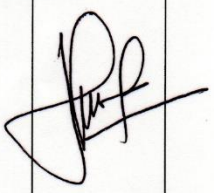
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Laju Aliran Udara pada Burner
: Terhadap Efisiensi, Distribusi Temperatur Api, Dan Emisi

Dosen Pembimbing I : Dr. Sudarno, S.T., M.T.

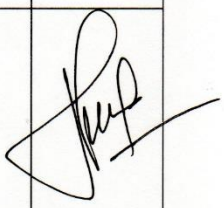
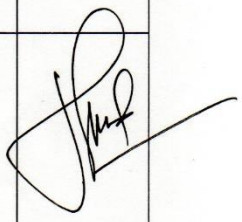
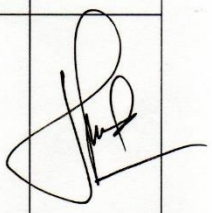
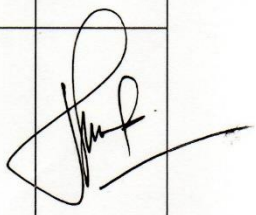
PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	6/5 24	BAB I	Spasi diganti 1,5. Margin disesuaikan buku pedoman.	
2	14/5 24	BAB II	Diperbanyak materi dan literaturnya.	
3	22/5	BAB I, II	footnote diganti dengan menggunakan aplikasi mendeley	
4	27/5		Silahkan ditambah gambar bagian - bagian komponya.	

Gunting disini

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	3/6 2024	Bab 1 - 3	Variasi lajunya silahkan di sesuaikan dengan penelitian - penelitian sebelumnya	
6	20/6 24	Bab 1 - 3	Maksimalkan kecepatan Blower.	
7	25/6 24	Bab 1 - 3	Kompor yang digunakan preheating spiral.	
8	1/7 2024	Bab 1 - 3	ACC SEMINAR PROPOSAL	
9				
10				

Gunting disini

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	5/5 2025	BAB IV	- Revisi Lampiran	
12	22/5 2025	BAB IV	- Penambahan penjelasan	
13	10/6 2025	BAB IV	- Revisi Grafik Efisiensi	
14	18/6 2025	BAB IV	- Penambahan Penjabaran	
15	18/7 2025	BAB IV & V	- Revisi Hasil dan Tabel	
16	23/7 2025	BAB V	. ACC	

Gunting disini

BERITA ACARA
BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Elbi Dika Putra Perdana

NIM : 19511405

Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Laju Aliran Udara pada Burner Terhadap Efisiensi
: Distribusi Temperatur Api dan Emisi Gas Buang pada Kompor.

Dosen Pembimbing II : Yoyok Winardi, S.T., M.T.

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	6/5 24	Bab 1	Spasi 1,5 Margin disesuaikan buku	
2	19/5 24	Bab 1	font tulisan 12. Times new roman	
3	22/5	Bab 1-2	footnote daftar pustaka di rapikan	
4	27/5	Bab 1-2	Bagan / gambar ditempatkan ditengah	

Gunting disini

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	3/6 24	Bab II	Lanjutkan bab III	
6	20/6 24	Bab I - III	Maksimalkan literaturnya, perbanyak materinya	
7	25/6 24	Bab 1-3	Jarak spasi per paragraf silahkan dirapikan	
8	1/7 24		ACC Seminar Proposal	
9	3/4/2025	Bab IV -	Bimbingan Bab IV	
10	13/4/2025	Bab IV -	Revisi IV	

Gunting disini

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	5/5 2025	BAB IV	- Revisi lampiran	
12	22/5 2025	BAB IV	- Penambahan penjelasan	
13	10/6 2025	BAB IV	- Revisi Grafik	
14	18/6 2025	BAB IV	- Penambahan penjabaran	
15	18/7 2025	BAB IV & V	- Revisi Hasil dan Tabel	
16	23/7 2025	BAB V	- ACC	

Gunting disini

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT karena atas ijin dan karunianya akhirnya saya bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan semoga dapat bermanfaat bagi diri saya pribadi dan pembaca pada umumnya. Karya ini saya persembahkan untuk :

1. Bapak, Ibu, kakak dan adik saya tercinta terima kasih atas dukungan,motivasi dan maupun tenaga dan materi.
2. Bapak Dr. Sudarno S.T., M.T dan Bapak Yoyok Winardi S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang terus memberi dukungan dan bantuan buat saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
4. Sahabat dan teman-teman seperjuangan wisuda yang selalu saling memberi bantuan dan semangat.

Mohon maaf kepada semua pihak yang tidak saya sebutkan satu persatu saya ucapkan banyak terima kasih atas bantuannya selama ini. Semoga Tuhan melimpahkan segala kebaikan, selalu semangat untuk menyambut masa depan yang lebih cerah.

PENGARUH VARIASI LAJU ALIRAN UDARA PADA BURNER TERHADAP EFISIENSI, DISTRIBUSI TEMPERATUR DAN EMISI GAS BUANG PADA KOMPOR BERBAHAN BAKAR OLI BEKAS

Elbi Dika Putra perdana

Progam Studi Teknik Mesin,
Fakultas Teknik, Universitas
Muhammadiyah Ponorogo

E-mail : Elbidika@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan industri mendorong kebutuhan energi yang semakin meningkat. Diperkirakan pada tahun 2050 kebutuhan energi dunia akan meningkat hampir 50%. Pada penelitian ini dilakukan perancangan kompor berbahan bakar oli bekas dengan menggunakan tekanan udara dari blower untuk mendukung pembakarannya. Pada penelitian bertujuan untuk mencapai hasil kompor berbahan bakar oli bekas yang ideal. dilakukan dengan menguji berbagai jenis variasi laju aliran udara (2800rpm, 2700rpm, 2600rpm, dan 2500rpm), Berdasarkan hasil uji efisiensi terbaik, kompor dengan variasi putaran blower 2800 rpm memiliki efisiensi sebesar 55,52%, menghasilkan 6,772 kg uap per jam dan menggunakan 0,819 kg bahan bakar per jam. Variasi putaran blower 2800 rpm pada pembakar menghasilkan nilai suhu tertinggi sebesar 1077°C dan suhu terendah sebesar 396°C untuk distribusi suhu nyala api. Berdasarkan hasil uji emisi gas buang, kandungan karbon monoksida (CO) sebesar 1,72%, kandungan hidrokarbon (HC) sebesar 27,82 ppm, dan kandungan karbon dioksida (CO_2) sebesar 10,28%. Berdasarkan hasil variasi laju aliran udara pada putaran rendah (2500–2600 rpm), pada rpm tersebut campuran konsumsi udara dengan bahan bakar tidak seimbang sehingga nyala api berwarna merah dan penyebaran api tidak merata. Pada 2700 rpm, temperatur nyala api meningkat, namun mulai terjadi gangguan kestabilan api akibat pola aliran udara yang kurang seragam. Sebaliknya pada 2800 rpm tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengaturan laju aliran udara yang tepat pada burner sangat menentukan efisiensi, kestabilan nyala api yang ditandai dengan nyala api berwarna biru merata. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan kompor oli bekas yang lebih efisien, aman, dan ramah lingkungan.

Kata Kunci : oli bekas, bahan bakar, efisiensi, distribusi temperatur api, emisi gas buang.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb.

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul " PENGARUH VARIASI LAJU ALIRAN UDARA PADA BURNER TERHADAP EFISIENSI, DISTRIBUSI TEMPERATUR API, DAN EMISI GAS BUANG PADA KOMPOR BERBAHAN BAKAR OLI BEKAS" Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi agung Muhammad Shalallahu Alaihi Wasallam beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Mesin jenjang (S1) pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari semua pihak penyusun skripsi ini sangatah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Rido Kurnianto, M.Ag selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
2. Bapak Edy Kurniawan ST.,MT. selaku Dekan Fakultas Tekinik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
3. Bapak Yoyok Winardi ST.,MT. selaku Kepala Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
4. Bapak Dr. Sudarno S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan arahan dan masukan saat penyusun/penulisan skripsi ini.
5. Bapak Yoyok Winardi S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan tanggapan,arahan dan masukan saat penyusunan/penulisan skripsi ini.
6. Bapak dan ibu dosen beserta staf karyawan Universitas Muhammadiyah Ponorogo.

7. Bapak, Ibu, Kakak, adik dan keluarga yang telah memberikan bantuan dukungan moral dan material.

8. Serta teman-teman sekelas dan seangkatan yang telah memberikan semangat dalam penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis terbuka untuk menerima masukan yang dapat meningkatkan kualitas dari penyusunan secara keseluruhan. Akhir kata semoga Allah SWT membalas semua pihak yang ikut serta membantu dan mensuport agar penulis menyelesaikan penulisan skripsi ini sampai selesai.

   Wassalamualaikum Wr.Wb.

Ponorogo, Mei 2025

Elbi Dika Putra Perdana

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI ..... **iii**

HALAMAN BERITA ACARA UJIAN ..... **iv**

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI ..... **v**

HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **xii**

ABSTRAK ..... **xiii**

KATA PENGANTAR ..... **xiv**

DAFTAR ISI ..... **xvivi**

DAFTAR GAMBAR ..... **xviiiviii**

DAFTAR TABEL ..... **xixix**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xxx**

1.1 Latar belakang 1

1.1 Rumusan Masalah 3

2.1 Tujuan Penelitian 3

3.1 Batasan Masalah 4

4.1 Manfaat Penelitian 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**

2.1 Review Penelitian Sebelumnya 6

2.2 Kompor oli bekas 9

2.3 Oli bekas 9

2.4 Udara Pembakaran 9

2.5 Udara Berlebih (Excess Air) 10
2.6 Pemilihan Ukuran Panci 10
2.7 Metode pengukuran 11
BAB III METODE PENELITIAN 16
3.1 Studi Literatur 16
3.2 Studi Lapangan 16
3.3 Perencanaan Kompor 16
3.4 Diagram Alir Penelitian 20
3.5 Bahan dan Alat Ukur 21
3.6 Prosedur Pengukuran 21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 27
4.1 Pendahuluan 27
4.2 Deskripsi Umum Percobaan 27
4.3 Hasil Pengukuran Efisiensi 27
4.4 Hasil Distribusi Temperature Api 32
4.5 Hasil Uji Emisi Gas Buang 37
BAB V KESIMPULAN 41
5.1 Kesimpulan 41
5.2 Saran 42
DAFTAR PUSTAKA 44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kompor oli bekas 7
Gambar 2. 2 Bagian kompor 8
Gambar 2. 3 Perubahan suhu terhadap waktu selama pengukuran 12
Gambar 2. 4 Gas Analyzer 15

Gambar 3. 1 Desain kompor 18
Gambar 3. 2 Diagramm Alir 20
Gambar 3. 3 Thermocouple 24
Gambar 3. 4 Cerobong emisi 26

Gambar 4. 1 Grafik hubungan antara putaran blower dengan konsumsi bahan bakar dan produksi uap 29
Gambar 4. 2 Grafik hubungan antara putaran bloer dengan efisiensi 30
Gambar 4. 3 Grafik isothermal distribusi temperature api dengan variasi distribusi lubang laluan udara pada burner (1)2500 rpm (2)2600 rpm (3)2700 rpm (4)2800 rpm 34

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi gas analyzer 15
Tabel 3. 1 Spesifikasi kompor 19
Tabel 4. 1 Hasil pengukuran efisiensi 28
Tabel 4. 2 Hasil pengukuran distribusi temperatur maksimal.....37
Tabel 4. 3 Hasil uji emisi gas buang 37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengukuran konsumsi bahan bakar dan produksi uap air pada variasi laju aliran udara 2500 (n=18 lubang, d=3 mm) 47
Lampiran 2 Pengukuran konsumsi bahan bakar dan produksi uap air pada variasi laju aliran udara 2600 (n=18 lubang, d=3 mm) 48
lampiran 3 Pengukuran konsumsi bahan bakar dan produksi uap air pada variasi laju aliran udara 2700 (n=18 lubang, d=3 mm) 49
Lampiran 4 Pengukuran konsumsi bahan bakar dan produksi uap air pada variasi laju aliran udara2800 (n=18 lubang, d=3 mm) 50
Lampiran 5 Rekapitulasi rata rata distribusi temperature api kompor variasi laju aliran udara 2500 rpm 51
Lampiran 6 Rekapitulasi rata rata distribusi temperature api kompor variasi laju aliran udara 2600 rpm 51
Lampiran 7 Rekapitulasi rata rata distribusi temperature api kompor variasi laju aliran udara 2600 rpm 52
Lampiran 8 Rekapitulasi rata rata distribusi temperature api kompor variasi laju aliran udara 2800 rpm 52
Lampiran 9 Rumus matlab R2016a.....53
Lampiran 10 Data pengukuran emisi gas buang 55
Lampiran 11 Foto uji efisiensi 56
Lampiran 12 Foto pengujian distribusi temperature 57
Lampiran 13 Foto pengujian emisi gas buang 58

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Perkembangan industri mendorong kebutuhan energi yang semakin meningkat. Diperkirakan pada tahun 2050 kebutuhan energi dunia akan meningkat hampir 50% dengan pertumbuhan populasi penduduk secara global sebesar 0.7% pertahun. Kebutuhan energi dunia hingga saat ini masih tergantung pada minyak sebagai sumber energi utama, yaitu sebesar 200 quadrillion BTU. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), yang memprediksi konsumsi energi dunia akan meningkat tajam sebesar 45% antara tahun 2006 dan 2030 dengan tingkat pertumbuhan tahunan rata-rata 1,6%, semakin mendukung hal ini. Gas dan minyak masih menjadi bahan bakar utama yang digunakan dalam proses pembakaran untuk memenuhi kebutuhan energi ini. Biaya energi diperkirakan akan melonjak karena terbatasnya pasokan gas dan minyak, yang bahkan dapat menyebabkan krisis energi. Masalah ini tidak hanya terjadi di negara-negara berkembang; tetapi juga terjadi di negara-negara maju[1].

Minyak bumi merupakan salah satu produk residu petroleum. Bahan bakar minyak sisa, solar, oli jalan raya, oli semprot, kokas, aspal, dan sebagainya adalah beberapa contoh produk sampingan ini. Oli bekas dapat digunakan sebagai bahan bakar karena sifat-sifatnya yang sebanding dengan minyak bumi. Namun, tidak seperti solar atau bensin pada umumnya, oli bekas tidak terbakar sempurna. Hal ini disebabkan, tidak seperti bahan bakar lainnya, oli bekas tidak membentuk kabut karena tidak cepat terbakar.

Namun, dengan meningkatkan pembakaran, oli bekas dapat diubah menjadi bahan bakar. Pemanfaatan oli bekas oleh masyarakat sejauh ini masih kurang ideal, terutama untuk bahan bakar. Hal ini disebabkan belum banyak kompor (*burner*) yang hanya menggunakan oli bekas tanpa aditif tambahan. Aditif diperlukan dalam pengujian tertentu untuk mengubah oli bekas menjadi bahan bakar. Minyak propolis adalah salah satu aditif tersebut. Api yang dihasilkan memiliki tinggi maksimum 25 cm dan berwarna kuning kemerahan yang khas[2].

Kompor minyak bekas adalah kompor yang beroperasi dengan tekanan udara dari blower kecil bertenaga listrik dan menggunakan minyak bekas sebagai bahan bakar. Kertas atau serpihan kayu dibakar di dalam tungku untuk menyalakan minyak, yang kemudian dipompa dari atas ke ruang bakar. Tujuan blower adalah untuk mengintensifkan nyala api di ruang bakar. [3].

Menurut SNI, dimensi kompor harus antara 40 dan 60 cm, dan kapasitas bahan bakar harus antara 3 dan 14 kg. Tujuan penelitian ini adalah untuk menciptakan kompor minyak bekas yang memenuhi kebutuhan dan preferensi para koki. Dengan pendekatan terorganisasi dalam perencanaan dan pengembangan produk, metode QFD (*Quality Function Deployment*) memungkinkan tim pengembangan untuk memastikan kebutuhan dan preferensi pasar sasaran sebelum menilai potensi setiap produk dan layanan secara metodis[4].

Campuran udara-bahan bakar yang seimbang memasuki ruang bakar saat oli terbakar. Pembakaran yang tidak sempurna atau peningkatan pembentukan asap hitam merupakan konsekuensi yang diketahui dari pencampuran udara-bahan bakar yang tidak memadai. Menentukan tingkat pencampuran bahan bakar-udara yang tepat sangatlah penting. Atomisasi bahan bakar dan pencocokan medan aliran merupakan aspek penting yang memengaruhi pencampuran bahan bakar-udara yang optimal. Dengan demikian, campuran udara-bahan bakar yang konsisten dapat dihasilkan, yang akan menghasilkan pembakaran yang efektif[5].

Studi sebelumnya telah mengungkap kelemahan dalam stabilitas tekanan udara yang mengendalikan api tungku. Untuk mencapai suhu pembakaran maksimum, studi ini berfokus pada "Pengaruh Variasi Laju Aliran Udara di Pembakar terhadap Efisiensi, Distribusi Suhu Nyala Api, dan Emisi Gas Buang pada Kompor Berbahan Bakar Oli Bekas". Sebelum oli bekas memasuki tungku pembakaran, saluran oli diubah untuk menaikkan suhu dan menurunkan tingkat viskositas sebelum terbakar. Dengan memanaskan oli bekas sebelum digunakan sebagai bahan bakar, modifikasi ini bertujuan untuk mempermudah pembakaran. Teknik ini diharapkan akan mempermudah dan meningkatkan efisiensi pembakaran oli bekas selama pembakaran.

1.1 Rumusan Masalah

Perumusan permasalahan dalam penelitian ini mencakup:

a. Seberapa besar dampak variasi laju aliran udara pada *burner* terhadap efisiensi kompor yang menggunakan bahan bakar oli bekas.

b. Seberapa besar dampak variasi laju aliran udara pada *burner* terhadap distribusi temperatur api pada kompor yang menggunakan bahan bakar oli bekas.

c. Seberapa besar dampak variasi laju aliran udara pada *burner* terhadap emisi gas buang pada kompor yang menggunakan bahan bakar oli bekas.

d. Dalam penelitian yang direncanakan, lingkungan dianggap stabil, sehingga proses pengumpulan data dapat berlangsung sesuai dengan harapan yang telah ditetapkan.

2.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

a. Menganalisis pengaruh variasi laju aliran udara pada *Burner* terhadap efisiensi kompor yang menggunakan bahan bakar oli bekas.

b. Menilai dampak variasi laju aliran udara pada *Burner* terhadap distribusi temperatur api pada kompor berbahan bakar oli bekas.

c. Menyelidiki pengaruh variasi laju aliran udara pada *Burner* terhadap emisi gas buang pada kompor berbahan bakar oli bekas.

d. Merancang kompor berbahan bakar limbah yang efisien dan ramah lingkungan.

Dengan demikian, diharapkan hasil desain Burner pada kompor berbahan bakar oli bekas akan menghasilkan solusi yang hemat energi dan cocok untuk digunakan pada skala usaha mikro dan rumah tangga.

3.1 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini permasalahan – permasalahan yang ada dibatasi pada :

e. Kompor yang digunakan tetap yaitu kompor oli dengan *preheating* spiral kombinasi cincin (diameter luar 28 cm, dimeter dalam 20 cm, dan tinggi kompor 20 cm).

f. Pipa laluan udara tetap yaitu diameter 2 inch dengan panjang 60 cm.

g. Pipa laluan bahan bakar yaitu diameter 3/8 inch dengan panjang 80 cm.

h. Lubang *burner* yang digunakan tetap dengan jumlah lubang 18 diameter 3 mm.

i. Variasi laju aliran udara 2500 rpm, 2600 rpm, 2700 rpm, dan 2800 rpm.

j. Perpindahan panas yang terjadi diabaikan.

k. Laju BBM tetap dijaga tetap, dengan catatan nyala api stabil.

l. BBM yang digunakan Oli bekas.

m. Temperatur mula air dijaga konstan yaitu 26˚.

n. Temperatur ruangan dan aliran udara dalam ruang dianggap konstan sehingga tidak mempengaruhi kinerja kompor.

4.1 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini mencakup hal-hal berikut:

o. Penemuan sebuah kompor berbahan bakar oli bekas yang ideal, memungkinkan penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari sebagai alternatif untuk kompor minyak tanah atau kompor LPG.

p. Memberikan dasar untuk perancangan produk kompor yang menggunakan bahan bakar limbah.

q. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif bagi masyarakat dalam memilih energi terbarukan untuk kegiatan sehari-hari, seperti memasak. Dengan memanfaatkan limbah minyak jelantah dan oli bekas,

diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mendukung upaya pelestarian lingkungan.

r. Mendorong kesadaran lingkungan di kalangan masyarakat. Memberikan pengetahuan tentang cara memanfaatkan limbah rumah tangga.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Review Penelitian Sebelumnya

Para peneliti sebelumnya telah banyak melakukan upaya untuk meningkatkan efisiensi kompor. Penelitian mereka sering difokuskan pada rekayasa konstruksi dan upaya optimalisasi proses pembakaran api.

Penelitian ini bertujuan untuk memahami spesifikasi dan desain oli bekas serta hasil uji yang telah dilakukan. Hal ini disebabkan oleh jarangnya penggunaan oli bekas dan kurangnya peralatan yang memadai. Namun, oli bekas tidak terbakar sempurna saat digunakan sebagai bahan bakar. Model desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah model Prancis. Berdasarkan temuan penelitian, pembakar yang dikembangkan lebih besar daripada yang lain[2].

Tujuan studi ini adalah menerapkan pendekatan Quality Function Deployment (*QFD*) untuk membangun kompor oli bekas dan menilai risiko yang terkait dengannya. Kompor adalah alat yang menghasilkan api dan digunakan untuk memanaskan benda. Suhu ruang pemanas juga dapat ditingkatkan. Benda tersebut mengalami perubahan fisik, kimia, atau biologis akibat pemanasan ini. Untuk mengurangi biaya, studi ini akan memperkenalkan kompor oli bekas sebagai inovasi pengembangan produk[3].

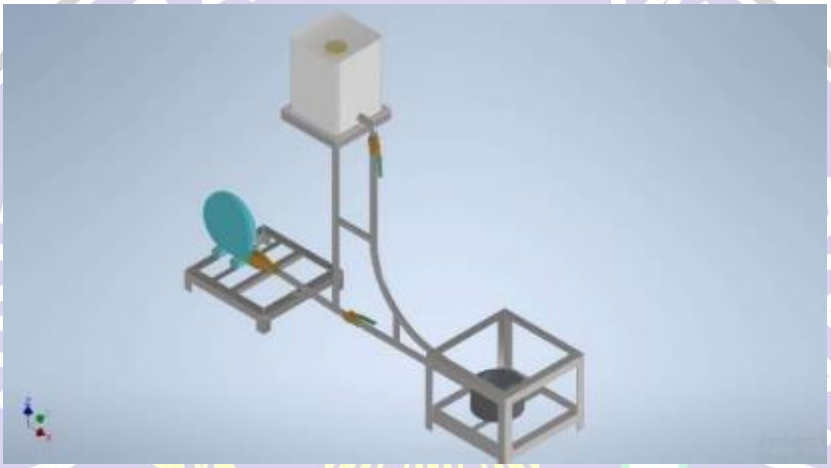
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji bagaimana laju aliran udara dan bahan bakar minyak memengaruhi kualitas pembakaran kompor oli bekas. Penelitian ini mengkaji dampak laju aliran udara dan bahan bakar minyak terhadap suhu pembakaran kompor oli bekas menggunakan metode analisis data faktorial lengkap[5].

Tujuan penelitian ini adalah menggunakan perangkat lunak SolidWorks untuk membuat pengering cangkang kepiting berbahan bakar kayu dan menghitung kadar air, laju konveksi paksa, laju pengeringan massa air, serta gambar desainnya. Variasi putaran dimmer listrik sebesar ½, ¾, dan 1 putaran

merupakan perlakuan yang digunakan[6].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana laju aliran udara dan jumlah lubang uap memengaruhi suhu dan efisiensi kompor oli bekas. Untuk mengoptimalkan pembakaran, kompor oli bekas dirancang, diuji, dan uap ditambahkan sebagai bagian dari metodologi studi eksperimental[7].

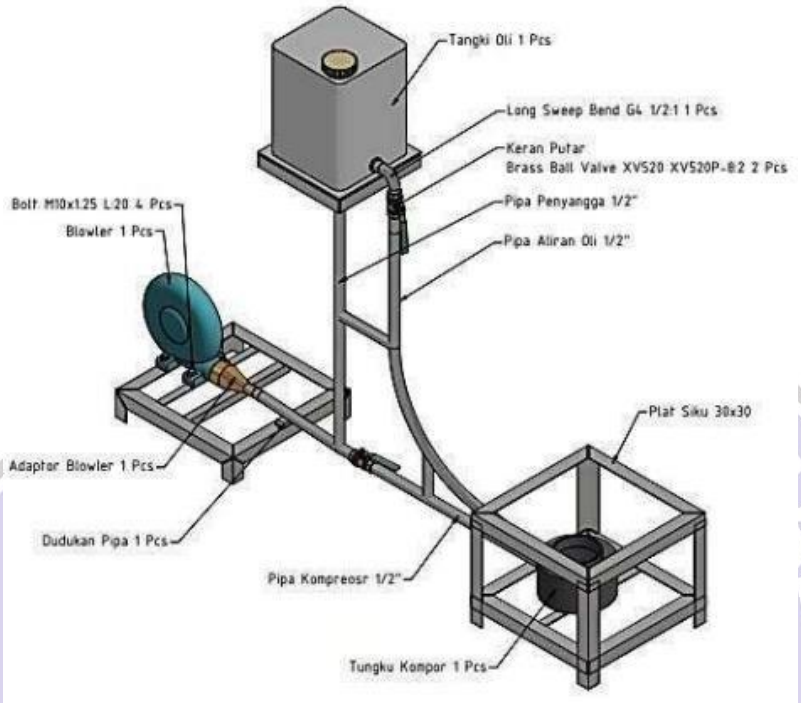
Dengan menggunakan program Autodesk Inventor 2021, para peneliti sebelumnya merancang alat yang mencakup setiap bagian kompor hemat biaya yang menggunakan oli bekas. Ditunjukkan pada gambar 2.1



Gambar 2. 1 Kompor oli bekas

Bodi kompor berdiameter 11,5 cm dan tinggi 29 cm. Kompor ini terbuat dari baja ST-44 yang diproduksi oleh produsen. Kapasitas besar dimungkinkan berkat bodi pembakar yang besar. Kompor ini dapat menampung 2,8 liter oli bekas. Meskipun ukurannya kecil, kompor ini dapat menghasilkan api

berwarna oranye dengan suhu maksimum 1127 °C.. Bagian- bagian kompor ditunjukkan pada gambar 2.2



Gambar 2. 2 Bagian kompor

Selain itu, tekanan maksimum kompor adalah 3,5 bar. Namun, tekanan ini menghasilkan nyala api yang tidak stabil dan suara bising. Persyaratan ini berlaku untuk kompor (*burner*) berbahan bakar oli bekas[8].

Perbedaan dari penelitian sebelumnya, rancangan yang sedang dilakukan difokuskan pada meningkatkan efisiensi, distribusi temperatur api, dan mengurangi emisi gas buang. Sebagai perkembangan dari penelitian sebelumnya, penelitian ini akan mengkaji "**Pengaruh variasi laju aliran udara pada Burner terhadap efisiensi, distribusi temperatur api, dan emisi gas buang pada kompor berbahan bakar oli bekas**". Tujuan utamanya adalah untuk memahami sejauh mana variasi laju aliran udara pada Burner dapat mempengaruhi performa kompor oli bekas, dengan harapan dapat mencapai hasil optimal dalam pengujian ini.

2.2 Kompor oli bekas

Pembakar oli bekas terbuat dari baja ST-44 dan memiliki dimensi sebagai berikut: Lebar badan kompor 11,5 cm. Sementara itu, kompor gas tingginya 29 cm. Badan kompor memiliki kapasitas yang sangat besar karena ukurannya yang besar, karena dapat menampung 2,8 liter oli bekas. Meskipun ukurannya kecil, kompor ini dapat menghasilkan api berwarna oranye dengan suhu maksimum 1127 °C. Selain itu, tekanan maksimum kompor adalah 3,5 bar. Namun, tekanan ini menghasilkan api yang tidak stabil dan suara bising[2].

2.3 Oli bekas

Dibandingkan dengan oli mesin baru, oli bekas mengandung lebih banyak logam, seperti seng (Zn), mangan (Mn), tembaga (Cu), besi (Fe), dan aluminium (Al). Selain digunakan sebagai bahan bakar, oli bekas mengandung kontaminan yang dapat mencemari air tanah dan menurunkan kualitasnya. Selain itu, oli bekas memiliki kemampuan untuk membasmi mikroorganisme tanah, dan oli pelumas bekas dapat mencegah proses oksidasi biologis pada sistem lingkungan. Namun, tidak seperti bensin atau solar, oli bekas tidak dapat terbakar sempurna. Hal ini terjadi karena oli bekas tidak berembun seperti bahan bakar pada umumnya karena tidak mudah terbakar. Proses ini membutuhkan proses pengolahan agar layak untuk dikonsumsi[9].

2.4 Udara Pembakaran

Tiga unsur dibutuhkan untuk pembakaran: bahan bakar, oksigen, dan panas atau api. Udara dimurnikan dari oksigen yang dibutuhkan untuk pembakaran. Udara pembakaran adalah udara yang dikirim ke ruang bakar untuk memenuhi kebutuhan komponen pembakaran. Tiga jenis udara pembakaran dapat dibedakan[5].

a. Udara Primer

Udara yang mengangkut bahan bakar dari pabrik ke ruang bakar dikenal

sebagai udara primer. Selain berfungsi sebagai pengering bahan bakar, udara primer memasok 30% oksigen yang dibutuhkan untuk pembakaran.

b. Udara Sekunder

Ini adalah udara yang disuntikkan ke dalam ruang pembakaran untuk menciptakan aliran udara turbulen dan memenuhi kadar oksigen di sana.

c. Udara Tersier

Terdapat lebih banyak subkategori penggunaan udara sekunder. Turbulensi tambahan membutuhkan udara tersier. Turbulensi dapat menjadi sangat agresif ketika udara tersier disuplai pada sudut tajam atau bahkan tegak lurus terhadap api.

2.5 Udara Berlebih *(Excess Air)*

Mencapai campuran bahan bakar dan udara yang tepat selama pembakaran seringkali sulit. Surplus udara dibutuhkan untuk menjamin pembakaran sempurna agar pembakaran ideal tercapai. "Udara berlebih" adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan jumlah udara yang diberikan melebihi jumlah teoritis yang dibutuhkan untuk pembakaran. Salah satu cara untuk menyatakan hasil akhir proses pembakaran adalah sebagai proporsi udara berlebih[5].

2.6 Pemilihan Ukuran Panci

Untuk pengukuran kompor menurut, ukuran panci dipilih berdasarkan daya maksimum kompor, untuk panci yang terbuat dari aluminium [1], dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2. 1Daya kompor

Tingkat daya kompor (kW)	Diameter (cm)
0.981 – 1.325	20
1.325 – 1.741	22
1.741 – 2.235	24
2.235 – 2.816	26
2.816 – 3.489	28
3.489 – 4.262	30

2.7 Metode pengukuran

a Daya Kompor

Kekuatan kompor sejalan dengan penggunaan bahan bakar pada burner. Kompor dengan daya tinggi akan menggunakan lebih banyak bahan bakar, sementara kompor dengan daya rendah akan memiliki konsumsi bahan bakar yang lebih sedikit. Tingkat daya ini mencerminkan kemampuan burner dalam mengalirkan bahan bakar ke ruang bakar. Perhitungan daya burner dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.1 [1].

$$I = \frac{m_f x E_{oli}}{\Delta t} \quad (2\text{-}1)$$

Dengan :

I = daya kompor (kW)

m_f = konsumsi bahan bakar selama pengukuran (kg)

E = nilai kalor *netto* bahan bakar (kJ/kg)

Δt = waktu pengukuran (dt)

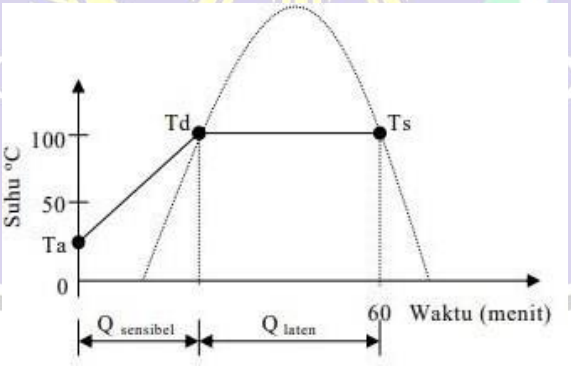
b Volume Air Yang Digunakan

Pengukuran efisiensi Uji Air Mendidih (WBT) menggunakan dua pertiga volume air panci, menurut saran yang dibuat oleh Standar Internasional Sementara untuk Pengujian Kompor Kayu, yang diterima pada pertemuan di Arlington, Virginia[1].

c Pengukuran Efisiensi Kompor

Rasio panas yang dihasilkan oleh bahan bakar selama memasak dengan panas yang dibutuhkan untuk memasak sesuatu pada suhu tertentu dikenal sebagai efisiensi kompor. Efisiensi kompor LPG ditentukan menggunakan WBT, yaitu Standar India (IS) 4246. Pengukuran ini melibatkan pemanasan air dari suhu awal (Ta) hingga titik didihnya (Td), dan kemudian dilanjutkan dengan pemanasan selama total 60 menit (Ts) setelah air mencapai titik didih. Tujuan teknik ini adalah untuk mensimulasikan bagaimana kompor dapat digunakan di rumah untuk menyiapkan makanan. Setelah air mendidih, makanan dimasak dengan memanaskannya lebih lanjut, seperti pada Gambar 2.3 di bawah [10].

Gambar 2. 3Perubahan suhu terhadap waktu selama pengukuran



$$\eta_{th} = \frac{\Delta E_{H_2O,heat} + \Delta E_{H_2O,evap}}{E_{released}} \quad (2\text{-}2)$$

$$\Delta E_{H_2O,heat} = m_w . C_{pw}(T_{wf} - T_{wi}) \quad (2\text{-}3)$$

$$\Delta E_{H_2O,heat} = C_{pw}(m_{wi} - m_p)(T_{wf} - T_{wi}) \quad (2\text{-}4)$$

$$\Delta E_{H_2O,evap} = m_u . H \quad (2\text{-}5)$$

$$E_{released} = m_f \cdot E_{Oli} \quad (2\text{-}6)$$

$$\eta_{th} = \frac{\{(m_{wi} - m_p) C_{pw})(T_{wf} - T_{wi}) + m_u . H_u}{m_f \cdot E_{Oli}} \quad (2\text{-}7)$$

Dengan :

η_{th} = efisiensi kompor (%)

m_{wi} = masa air dan panci sebelum perlakuan (kg)

m_p = masa panci (kg)

C_{pw} = panas spesifik air (kJ/kg K)

C_{pw} = 4,186 kJ/ kg K [11]

T_{wf} = temperatur air setelah perlakuan (K)

T_{wi} = temperatur air sebelum perlakuan (K)

m_u = masa uap setelah perlakuan (kg)

m_f = masa bahan bakar terpakai setelah perlakuan (kg)

E_{Oli} = nilai kalor bahan bakar oli (kJ/kg)

E_{Oli} = 10.437,1 kJ/kg [3]

H_u = panas laten air menguap (kJ/kg)

H_u = 2.260 kJ/kg [11]

$\Delta E_{h2}O, heat$ = Energi untuk memanaskan air (kJ)

$\Delta E_{h2}O, evap$ = Energi untuk menguapkan air (kJ)

$E_{released}$ = Energi yang diberikan oleh bahan bakar (kJ)

d Uji Emisi kompor

Pembakaran terbuka tidak hanya menghabiskan banyak energi tetapi juga mengeluarkan partikel debu, CO, H2S, NOx, dan SOx, di antara polutan lainnya. Selain mencemari ruang, gas yang dilepaskan selama memasak juga mencemari atmosfer, yang dapat berkontribusi terhadap pemanasan global. Selain itu, berbagai studi kesehatan telah menunjukkan korelasi yang kuat antara asap masakan dan sejumlah penyakit, terutama di negara-negara terbelakang.

Di antara masalah kesehatan yang terkait dengan asap kompor memasak meliputi TBC, asma, bronkitis kronis, dan infeksi saluran pernapasan. [12].

Untuk mengukur emisi gas buang CO, CO2, O2, dan HC menggunakan penganalisis gas, pengujian dilakukan secara bersamaan di ruangan yang dirancang khusus sebagai simulasi dapur dan dilengkapi cerobong asap. Untuk memantau dan mencatat pengurangan bahan bakar pada interval tertentu (2 menit), mulai dari saat bahan bakar mulai terbakar hingga api ruang bakar padam, pengukuran dilakukan dengan meletakkan kompor uji pada timbangan. Bersamaan dengan itu, pengujian dilakukan untuk menentukan jumlah karbon yang terdapat dalam abu sisa pembakaran (karbon yang tidak terbakar) pada akhir pengujian[13].

Tabel 2. 1 Spesifikasi gas analyzer

Parameter	Range	Resulution
O_2	0 - 25%	0,01%
CO	0 - 9,999%	0,1%
CO_2	0 - 20%	0,01%
HC	0 - 10.000ppm	1 ppm
Nox	0 - 5000 ppm	1 ppm
AFR	0,0 - 99,0	0,01
Measuring item	CO, HC, CO_2, O_2, (air surplus rate), AFR, Nox	
Measuring method	HC, CO, CO_2- NDIR(Non-dispersife infrared), O_2, Nox-*Electro chemical*	
Repeability	Less than ± 2% FS	
Response Time	*Within 10 seconds (more than 90%)*	
Warming up time	2 - 8 *minutes*	
Flow rate	4 - 6 L/min	
Power supply	220V	
Printer tipe	*Built-in thermal printer*	

Gambar 2.4 Gas analyzer

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Studi Literatur

Dalam melakukan pengembangan alat ini memerlukan teori-teori yang mantap, dan referensi dijadikan acuan untuk proses pengembangan alat. Dari studi literatur yang isinya adalah proses mengumpulkan data melalui sumber tertulis seperti jurnal, buku, dan penelitian artikel.

Objek yang digunakan berupa kompor oli bekas. Pada pengembangan ini difokuskan pada pengaruh variasi laju aliran udara (2500 rpm, 2600 rpm, 2700 rpm, dan 2800 rpm) pada burner terhadap efisiensi, distribusi temperatur api, dan emisi gas buang pada kompor berbahan bakar oli bekas.

3.2 Studi Lapangan

Studi lapangan berisi proses pengumpulan data secara langsung dari survey lapangan sejalan dengan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini. Studi lapangan bertujuan untuk mengetahui secara langsung kondisi lapangan.

3.3 Perencanaan Kompor

Pada tahap ini sistem dari Merancang kompor oli bekas dan beberapa variasi laju aliran udara (Variasi laju aliran udara 2500 rpm, 2600 rpm, 2700 rpm, dan 2800 rpm) pada *burner* digunakan untuk pemecahan masalah dilakukan. Tahap perencanaan sistem dibutuhkan sebagai acuan pada tahap berikutnya yaitu tahap perencanaan. Perancangan sistem meliputi bagaimana alat bekerja dan bagaimana alat akan dibuat.

a Gambaran Umum

Setelah semua alat, dan bahan terkumpul maka proses selanjutnya adalah pembuatan alat sesuai dengan gambaran atau desain alat. Dalam perancangan kompor oli bekas dan beberapa variasi laju aliran udara pada burner terdiri dari 4 bagian yaitu *tank* bahan bakar, *Blower*, Tungku :

1. Tank bahan bakar

   Tank ini berfungsi untuk wadah bahan bakar terutama pada penelitian ini menggunakan oli bekas, minyak jelantah, dsb.

2. Blower

   Blower memiliki fungsi umum untuk mengalirkan udara dengan kecepatan tinggi guna menyuplai udara [14]. Dalam konteks penelitian ini, blower digunakan untuk mentransfer atau menggerakkan udara ke dalam tungku. Alat ini efektif dalam meningkatkan tekanan udara yang disedot ke dalam suatu ruangan. Blower dapat dijelaskan sebagai perangkat yang meningkatkan tekanan udara atau gas dengan cara menariknya. Penggunaan blower dapat menghasilkan tekanan yang lebih tinggi seiring dengan peningkatan volume aliran gas.

3. Tungku

   Dalam tungku pembakaran, proses pembakaran terkendali menggunakan gas atau bahan bakar cair dalam pembakar menyediakan sumber panas untuk memanaskan cairan dalam tabung[15]. Tungku pada penelitian ini terdiri dari tabung gas Freon yang dibentuk sehingga bahan bakar terlindungi. Namun sebagian

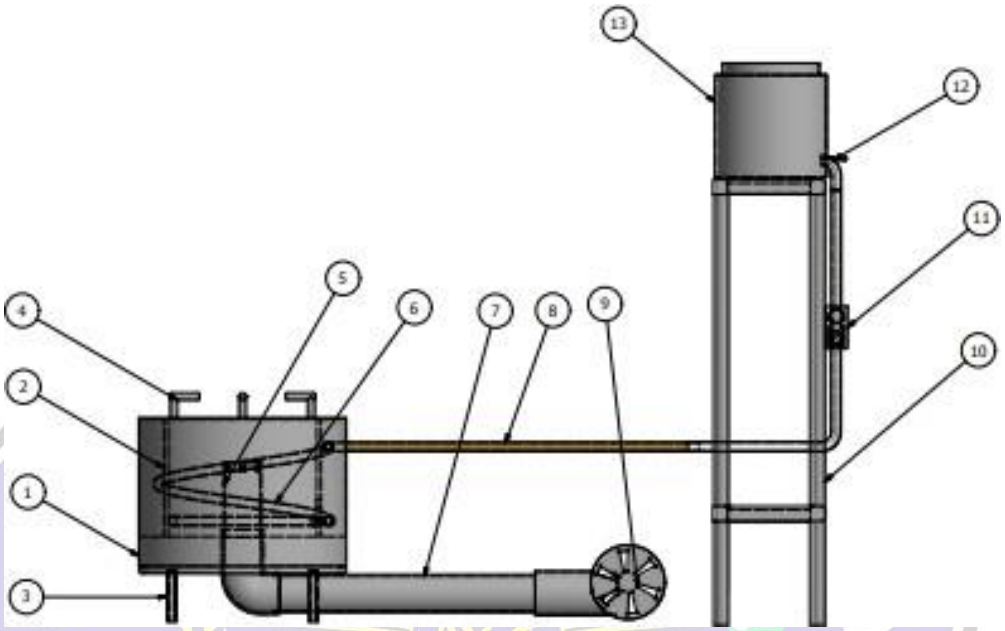
   besar kompor dibuat sedemikian rupa sehingga api atau panas yang dihasilkan tidak menimbulkan kerugian yang berarti bagi penggunanya.

4. Dimmer

   Dengan membatasi jumlah arus listrik yang mengalir, dimmer merupakan resistor yang memungkinkan kecepatan putaran blower berubah berdasarkan pengaturan dimmer. Untuk mencapai rasio ekivalensi yang dibutuhkan, dimmer digunakan [16].

b Desain Kompor

Pada proses membuat desain alat bertujuan untuk menentukan bentuk atau gambaran dari alat yang akan dibuat agar alat bekerja sesuai fungsi yang sudah direncanakan. Desain alat yang digunakan seperti pada



Gambar 3. 1 Desain kompor

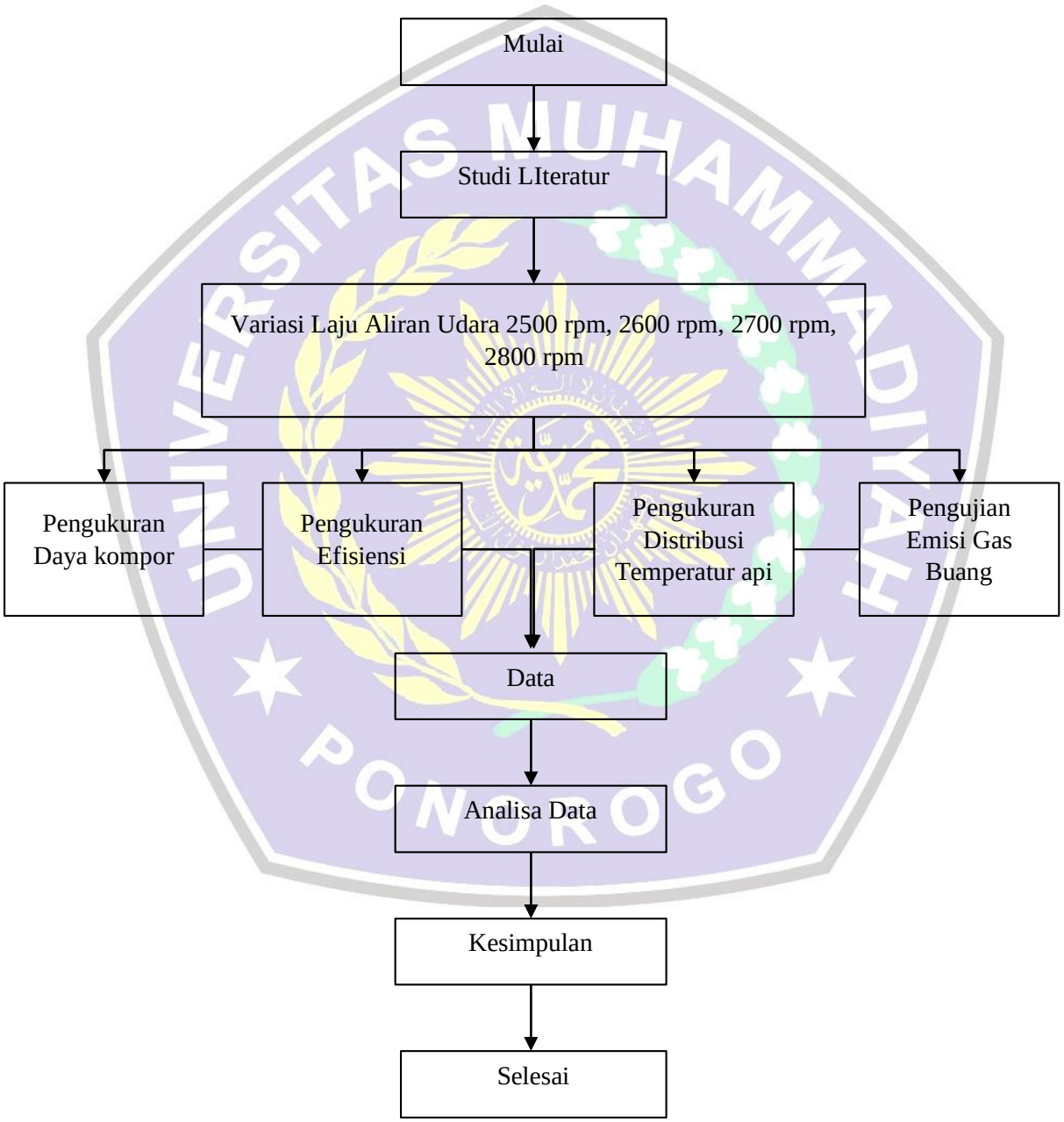
1	Plat besi denan ketebalan 2 mm	8	Pipa laluan bahan bakar
2	Adukan semen	9	Fan blower keong
3	Penyangga kompor	10	Dudukan tangki oli
4	Dudukan kompor	11	*Flow meter*
5	*Burner*	12	Kran bahan bakar
6	*Preheating*	13	Tangka oli
7	Pipa laluan udara		

Tabel 3. 1Spesifikasi kompor

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Bahan pembuatan kompor	
	a. Badan Kompor	Plat besi 2 mm
	b. Pipa laluan udara	Galvanise
	c. Pipa laluan bahan bakar	Tembaga 3/8 inch
	d. Tangki oli	Plastik
	e. Kran putar	Kuningan
	f. Semen	Portland komposit (pcc)
	g. Blower keong	2 inch
2	Dimensi kompor	
	a. Diameter luar kompor	28 cm
	b. Diameter dalam kompor	20 cm
	c. Tinggi kompor	20 cm
	d. Tinggi kompor bagian dalam	16 cm
	e. Panjang pipa laluan udara	50 cm
	f. Panjang pipa laluan bahan bakar	100 cm
3	Bahan bakar	
	Bahan bakar	Oli bekas

3.4 Diagram Alir Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk lebih memahami bagaimana perubahan laju aliran udara pembakar memengaruhi efisiensi kompor berbahan bakar oli bekas, distribusi suhu nyala api, dan emisi gas buang. Kerangka kerja penelitian konseptual dapat disusun berdasarkan teori-teori yang dijelaskan pada Bab II. sebagai Gambar 3.2



Gambar 3. 2 Diagram Alir

3.5 Bahan dan Alat Ukur

Bahan dan peralatan dalam penelitian ini diantara lain:

1. Kompor berbahan bakar oli bekas yang digunakan tetap
2. Bahan bakar yang di gunakan oli bekas.
3. Panci aluminium (alloy 2024-T6)
4. *Stopwatch* HP
5. Thermometer air, krisbow thermometer digital (akurasi ± 0.5 ˚C)
6. Timbangan duduk digital, matrix A12E portable kapasitas 20 kg x 0.1 g SNR 1500246 (akurasi ± 0.1 g).
7. Gelas ukur, Iwake Pyrex Cylinder Amber Graduation Class A 250 ml.
8. *Data logger type USB-4718, 8-ch Thermocouple Input USB Module.*
9. *Thermocouple* (diameter 1,6 mm, panjang 20 cm, suhu maksimum 1.300˚C).
10. *Flow meter*, Coriolis kapasitas 1-5 L/menit.
11. Camera handphone android.
12. Air, sebagai media untuk dipanaskan.

3.6 Prosedur Pengukuran

a Pengukuran Daya Kompor

Instalasi pengukuran daya kompor ditunjukkan dengan prosedur pengukuran sebagai:

1. Menyiapkan kompor Oli beserta perangkatnya yang sesuai dengan desain;
2. Meletakkan Oli bekas diatas timbangan dan mencatat masa tank beserta Minyaknya sebelum digunakan;
3. Menyalakan dan menyetel kompor, yaitu dengan mengatur bukaan katup gas pada posisi yang tetap dengan nyala api biru. Hal ini untuk menjaga agar kondisi nyala api selalu tetap pada setiap perlakuan;

4. Menunggu beberapa saat (5 menit) hingga didapat nyala api yang stabil. Setelah nyala api stabil, pengukuran dimulai dan bersamaan dengan itu *stopwatch* dinyalakan dan masa tank beserta bahan bakarnya dicatat kembali. Untuk pengukuran daya tidak ada panci yang ditaruh diatas kompor dan pengukuran dilakukan selama 30 menit;

5. Menimbang atau mencatat kembali pemakaian bahan bakar. Selisih antara masa awal dan masa setelah pemakaian merupakan jumlah konsumsi bahan bakar;

6. Dengan cara yang sama pengukuran diulangi sebanyak 5 kali, rata -rata pemakaian bahan bakar yang didapat digunakan untuk menentukan daya kompor. Tabel 3. 2 Percobaan pengukuran daya kompor.Data Waktu Temperatur Ruang Massa Oli terpakai (gram/30 Daya ke (menit)°C menit) (kW)

b Pengukuran Efisiensi Kompor

Efisiensi kompor dinilai menggunakan informasi yang dikumpulkan dari pengukuran pembangkitan uap dan penggunaan bahan bakar. Uji WBT digunakan untuk menentukan efisiensi kompor[1].

Prosedur pengukuran konsumsi bahan bakar dan produksi uap sebagai berikut [1].

1. Mengkonstruksi instalasi penelitian seperti pada gambar dan memastikan semua alat berfungsi dengan baik;

2. Selama percobaan berlangsung, tank bahan bakar selalu berada diatas timbangan;

3. Panci diisi air 2/3 dari volume panci.
4. Mencatat temperatur awal air dan ruangan;
5. Menyalakan dan menyetel kompor, yaitu dengan mengatur bukaan katub dan flow meter pada posisi yang tetap, yaitu 1.51 L/menit. Hal ini untuk memastikan bahwa laju bahan bakar pada setiap perlakuan

dijaga tetap. Nyala api di jaga pada kondisi nyala biru dengan laju aliran oli bekas yang konstan;

6. Setelah nyala api stabil, panci diletakkan diatas kompor dan bersamaan dengan itu stopwatch distart dan masa tank beserta bahan bakar dicatat;
7. Mencatat temperatur air dan ruang setiap 5 menit, sampai air mulai mendidih;
8. Pemanasan terus dilanjutkan sampai total waktu pemanasan 60 menit, dimulai sejak panci diletakkan diatas kompor;
9. Setelah 60 menit kompor dimatikan, masa bahan bakar terpakai dan masa uap yang hilang diukur. Proses pengukuran dilakukan dengan cara menimbang, yaitu selisih antara masa awal dan masa setelah perlakuan;
10. Dengan cara yang sama pengukuran diulangi sebanyak 5 kali, rata-rata pemakaian bahan bakar dan produksi uap yang diperoleh digunakan untuk menghitung besarnya efisiensi kompor.

c Pengukuran Distribusi Temperatur Api

Tujuan pengukuran ini adalah untuk memberikan gambaran kontur distribusi suhu isotermal api. Kesimpulan yang lebih akurat tentang bagaimana instrumen ini memengaruhi efisiensi kompor oli bekas dapat diperoleh dengan memvisualisasikan kontur distribusi suhu isotermal.

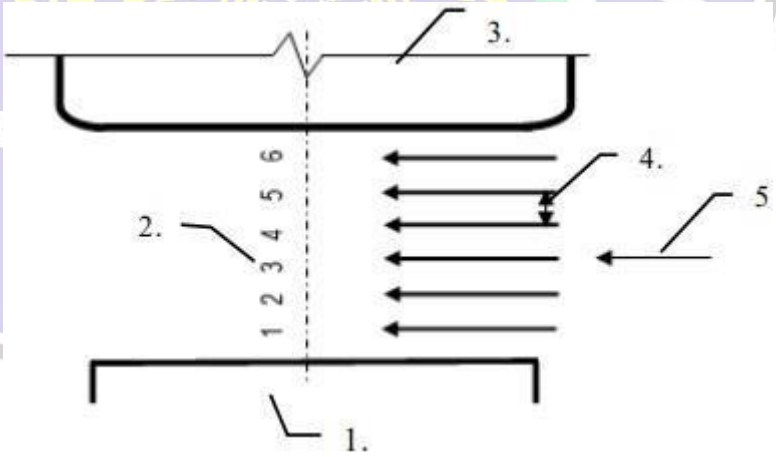
Pengukuran distribusi suhu pada bagian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman umum tentang bagaimana perubahan diameter lubang pembakar memengaruhi distribusi suhu nyala api yang dihasilkan. Hasilnya. Berikut ini adalah penjelasan proses pengukuran distribusi suhu:

a. Mempersiapkan alat, meliputi kompor, *thermocouple*, alat ukur, *stopwatch* dan peralatan pendukung lainnya;

b. Masing-masing alat ukur tersebut diseting sesuai dengan alur penelitian dan dilakukan pengecekan ulang fungsi masing-masing alat tersebut. Pengaturan flow meter dan katub bukaan gas sama dengan pengukuran untuk mendapatkan nilai efisiensi.

c. Seting *thermocouple* diatur mulai dari garis sumbu kompor dan menggesernya dengan interval 5 mm pada sisi kanan hingga diperoleh data pada sisi tersebut berjumlah 6 x 25 titik (12 cm) = 150 titik.

d. Setelah posisi *thermocouple* di setting sesuai dengan gambar diatas kemudian digeser dengan maksud agar tidak tersentuh panas api kompor. Berikutnya kompor dinyalakan dan ditunggu selama 5 menit agar tercapai kondisi yang *steady*, setelah kondisi *steady* tercapai kemudian pengukuran dimulai. Pengukuran dimulai dari titik pada sisi terluar dan digeser kearah garis sumbu dengan interval 5 mm, arah gerak *thermocouple* ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Thermocouple

Keterangan gambar:

1. Kompor LPG
2. Posisi *thermocouple*
3. Panci
4. Jarak antar *thermocouple* 5 mm
5. Arah gerak *thermocouple* dengan interval posisi 5 mm

e. Pengaturan waktu pembacaan data pada pencatat data untuk setiap posisi (yang terdiri dari enam saluran termokopel) merupakan langkah pertama dalam pengumpulan data. Pembacaan dilakukan selama lima detik di setiap titik, dengan total lima pembacaan per detik. Dengan demikian, jumlah total pembacaan di setiap titik adalah 25.

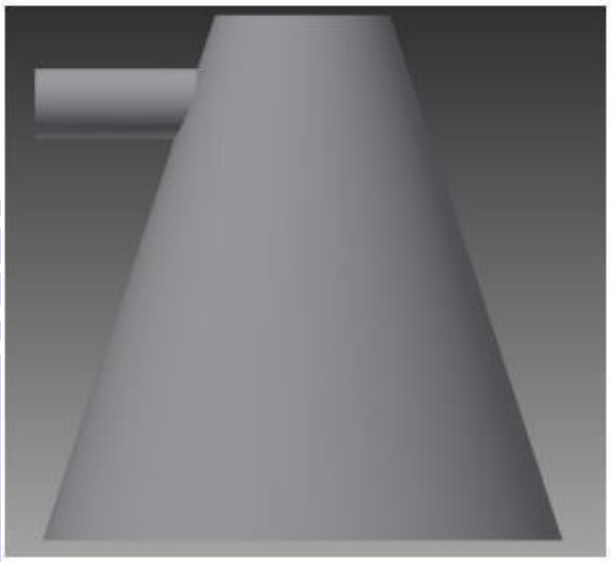
f. Pengambilan data berikutnya dilakukan masing-masing dengan menggeser setting thermocouple 5 mm dari titik pada sisi luar ke arah sumbu kompor, hingga diperoleh data berjumlah 6 x 25 titik (12 cm) = 150 titik. Untuk memastikan kondisi pembacaan pada setiap posisi steady maka diberi waktu atau jeda pembacaan selama 1 menit.

g. Data rata-rata yang didapat kemudian digunakan untuk mendapatkan contour distribusi temperatur isothermal api, dengan menggunakan Matlab R2010a.

Untuk memastikan akurasi posisi *thermocouple*, bahwa keenam batang *thermocouple* disusun sejajar dengan jarak masing-masing 5 mm dan dijepit menggunakan pelat kaku yang dipasang pada cincin logam. Posisi cincin logam ini dapat diatur secara horizontal di sepanjang batang pengukur yang dipasang.

d Uji emisi gas buang kompor

Pengujian ini mencangkup intruktur opsional untuk mengukur karbon monoksida (CO), konsentrasi partikulat (PM), dan karbon dioksida (CO^2) di knalpot kompor [17].Alat bantu pengujian emisi gas buang di tunjukkan pada gambar 3.4 dibawah ini:



Gambar 3. 4 Cerobong emisi

7. Menyiapkan kompor oli bekas beserta alat - alat lainnya.
8. Menyalakan dan menyetel kompor, yaitu dengan cara mengatur bukaan kran oli dan tekanan udara pada posisi yang konstan. Hal ini untuk menjaga agar kondisi nyala api selalu tetap pada setiap perlakuan.
9. Setelah nyala api stabil, pengujian dimulai beserta alat ukur di pasang di atas kompor untuk pengukuran emisi gas buang dan tidak ada bejana yang ditaruh di atas kompor.
10. Dengan cara yang sama pengujian di ulang selama 5 kali. 5. Catat data emisi gas buang yang sudah di dapatkan.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendahuluan

Bab ini menyajikan hasil pengujian dan pembahasan mengenai pengaruh variasi laju aliran udara pada burner terhadap tiga aspek utama kinerja kompor berbahan bakar oli bekas, yaitu: efisiensi termal, distribusi temperatur api, dan emisi gas buang. Tujuan dari bab ini adalah untuk memberikan interpretasi yang mendalam terhadap data yang diperoleh dari serangkaian eksperimen dan menghubungkannya dengan teori-teori pembakaran, perpindahan panas, serta aspek lingkungan terkait emisi gas buang.

4.2 Deskripsi Umum Percobaan

Pengujian dilakukan dengan menggunakan kompor modifikasi berbahan bakar minyak jelantah (minyak goreng bekas). Bahan bakar ini dipilih karena memiliki potensi sebagai alternatif energi terbarukan yang murah dan mudah diperoleh. Untuk mengetahui pengaruh laju aliran udara, dilakukan empat variasi kecepatan udara yang dimasukkan ke dalam burner, yaitu 2500 rpm, 2600 rpm, 2700 rpm, dan 2800 rpm. Setiap variasi diuji dalam kondisi yang identik, dengan pembacaan pada beberapa parameter penting.

4.3 Hasil Pengukuran Efisiensi

Untuk menghitung nilai efisiensi kompor oli maka harus dilakukan pengukuran konsumsi bahan bakar dan produksi uap. Pengukur efisiensi dilakukan dengan WBT dan untuk menghitung nilai efisiensi menggunakan persamaan[3][4][5].

$$\eta_{th} = \frac{\{(m_{wi} - m_p)C_{pw})(T_{wf} - T_{wi}) + m_u \cdot H_u}{m_f \cdot E_{Oli}} \text{ x } 100$$

Dengan :

m_{wi} = 16,760 kg

m_p = 0,9707 kg

C_{pw} = 4,186 kJ/ kg

T_{wf} = 373 ºK

T_{wi} = 299 ºK

m_u = 7,13 kg

m_f = 0,897 kg

E_{Oli} = 44.735 kJ/kg

H_u = 2.260 kJ/kg

$$= \frac{\{(16{,}760-0{,}9707)\,.\,4{,}186)\}\,.\,(373-299)+7{,}13\,.2260}{0{,}897\cdot 44.735}\ X\ 100 = 52{,}37\ \%$$

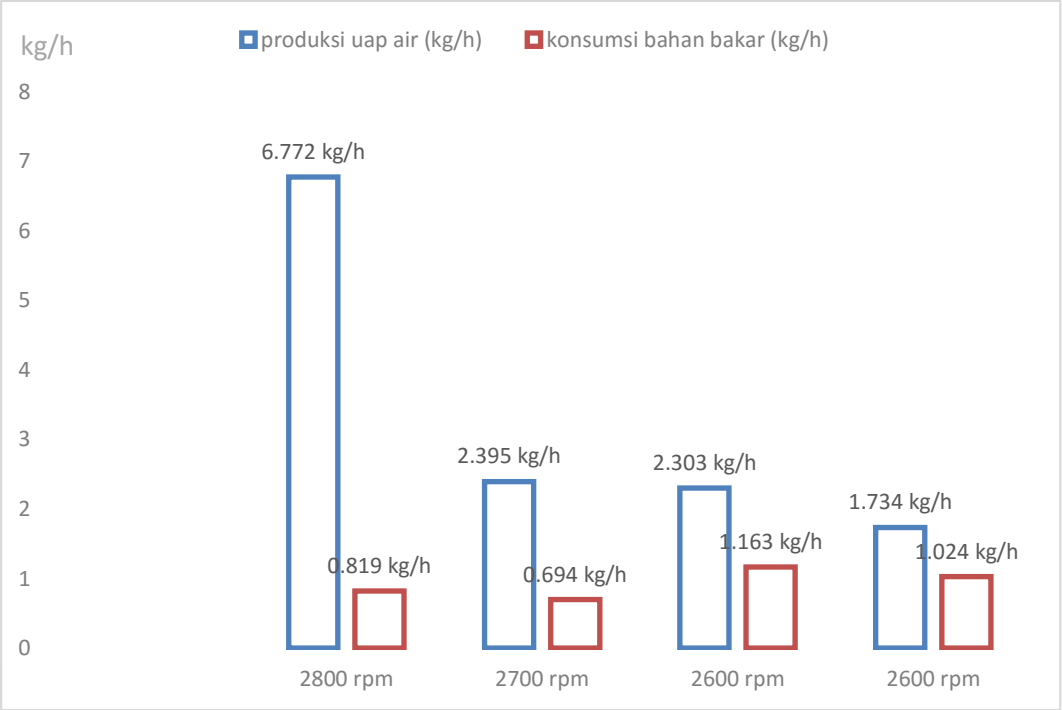
Pada proses perhitungan diatas di atas telah mendapat hasil untuk 1 kali percobaan efisiensi, setelah dilakukan 5 kali perhitungan efisiensi lalu di ambil rata-ratanya.

Dengan cara yang sama hasil pengukuran efisiensi kompor ditunjukan pada lampiran 2.Data hasil pengukuran efisiensi variasi putaran blower(rpm) dengan kecepatan 2500 rpm, 2600 rpm, 2700 rpm, dan 2800 rpm, di tunjukan pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. 1 Hasil pengukuran efisiensi

Variasi putaran blower (rpm)	produksi uap air (kg/h)	konsumsi bahan bakar (kg/h)	Efisiensi (%)
2500 rpm	1,734	1,024	19,43
2600 rpm	2,303	1,163	20,08
2700 rpm	2,395	0,694	36,01
2800 rpm	6,772	0,819	55,52

Berdasarkan data pada tabel dapat dibuat grafik sebagaimana :



Gambar 4. 1 Grafik hubungan antara putaran blower dengan konsumsi bahan bakar dan produksi uap

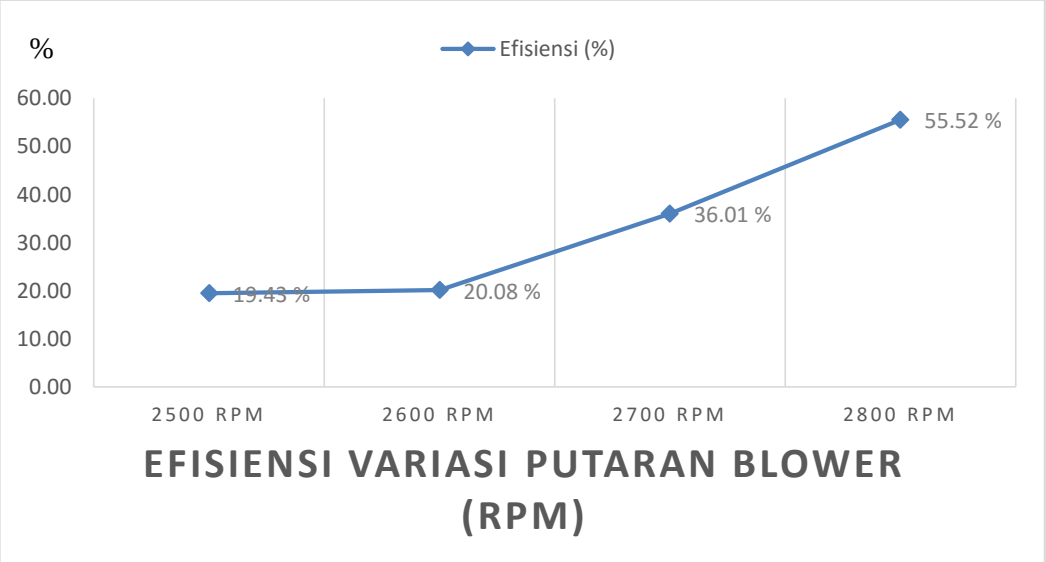
a Pengaruh Laju Aliran Udara terhadap Produksi Uap

Produksi uap sangat dipengaruhi oleh intensitas pembakaran yang terjadi pada burner. Pada 2800 rpm, suplai udara yang tinggi memungkinkan pembakaran berlangsung secara lebih sempurna, sehingga lebih banyak energi panas yang dilepaskan dan digunakan untuk menghasilkan uap. Hasil ini selaras dengan peningkatan efisiensi pada rpm tersebut.

Sebaliknya, pada rpm yang lebih rendah seperti 2500 dan 2600 rpm**,** pembakaran menjadi tidak optimal akibat suplai udara yang kurang, sehingga proses pemanasan air menjadi lambat dan produksi uap menurun. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem membutuhkan aliran udara minimum tertentu untuk mempertahankan efisiensi termal.

b Pengaruh Laju Aliran Udara terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Menariknya, konsumsi bahan bakar tidak selalu linear terhadap penurunan rpm. Misalnya, pada 2600 rpm, konsumsi bahan bakar meningkat meskipun produksi uap menurun. Ini menandakan bahwa energi dari pembakaran tidak termanfaatkan secara efisien untuk memanaskan air menjadi uap, yang kemungkinan disebabkan oleh pencampuran udara dan bahan bakar yang kurang homogen atau incomplete combustion (pembakaran tidak sempurna).



Gambar 4. 2 Grafik hubungan antara putaran bloer dengan efisiensi

a Efisiensi Termal

Efisiensi termal menunjukkan perbandingan antara energi panas yang digunakan untuk mengubah air menjadi uap dengan energi total dari bahan bakar yang digunakan. Efisiensi tertinggi diperoleh pada 2800 rpm sebesar 55,52%**,** karena pada laju ini terjadi kombinasi optimal antara suplai udara dan laju pembakaran bahan bakar. Hal ini menyebabkan lebih banyak panas termanfaatkan dengan baik untuk proses penguapan air.

Penurunan rpm menunjukkan penurunan efisiensi karena tidak seluruh energi dari bahan bakar terkonversi menjadi uap. Pembakaran tidak sempurna cenderung menghasilkan panas yang hilang ke lingkungan dan meningkatkan emisi gas buang.

b Implikasi terhadap Emisi dan Lingkungan

Walaupun data grafik tidak langsung menampilkan kadar emisi, kita dapat memperkirakan bahwa pada rpm rendah seperti 2500–2600 rpm, efisiensi rendah akan berbanding lurus dengan peningkatan emisi karbon (CO dan HC), akibat tidak sempurnanya pembakaran. Sebaliknya, pada 2800 rpm, pembakaran lebih sempurna sehingga emisi gas buang relatif lebih bersih, mendukung konsep pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, bila dikombinasikan dengan sistem pembakaran yang optimal.

Gambar 4.2 menyajikan grafik efisiensi thermal (%) terhadap distribusi laju aliran udara**.** Berdasarkan grafik tersebut, hasil efisiensi dari setiap variasi rpm adalah sebagai berikut:

- 2800 rpm menghasilkan efisiensi tertinggi sebesar 55,52%**.**
- 2700 rpm menghasilkan efisiensi 36,01%**.**
- 2600 rpm menurun tajam ke 20,08%**.**
- 2500 rpm memiliki efisiensi terendah, yakni 19,43%**.**

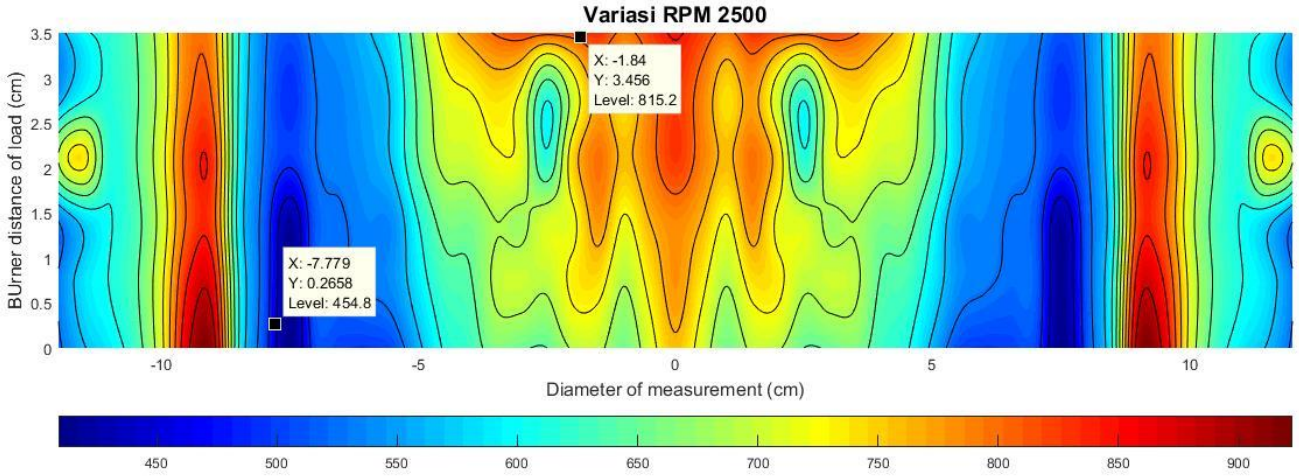
Gambar 4.1 menunjukkan hubungan antara distribusi laju aliran udara (yang ditentukan oleh kecepatan putaran kipas blower dalam satuan rpm) terhadap produksi uap (kg/h) dan konsumsi bahan bakar oli bekas (kg/h**)** pada kompor berbahan bakar oli bekas.

Dari data tersebut, dapat diuraikan hasil sebagai berikut:

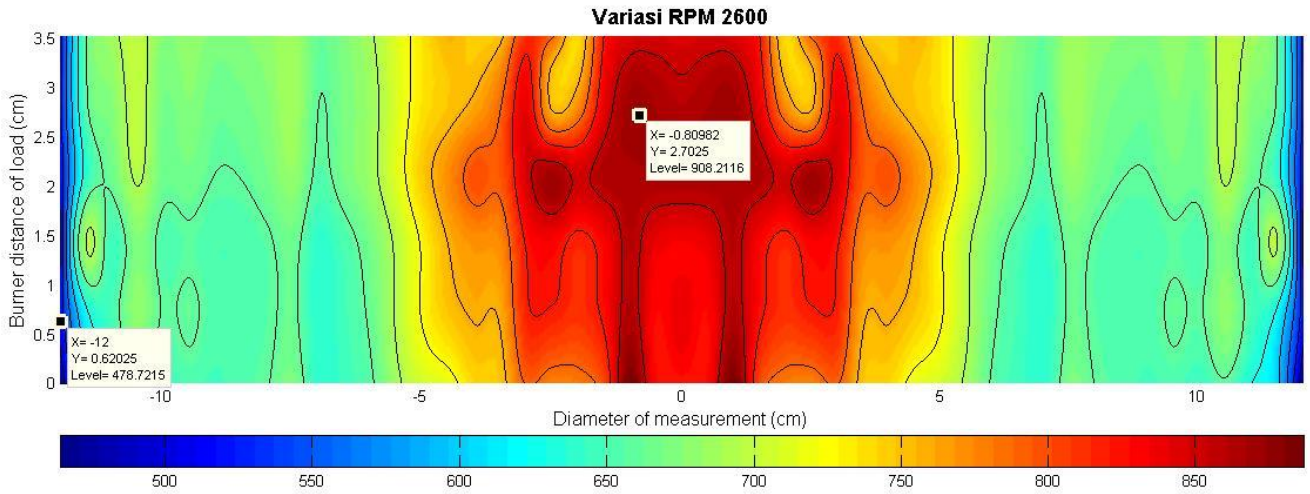
- Pada 2800 rpm, produksi uap mencapai titik tertinggi yaitu 6,772 kg/h**,** sedangkan konsumsi bahan bakar hanya sebesar 0,819 kg/h**.**
- Pada 2700 rpm**,** produksi uap menurun drastis menjadi 2,395 kg/h, dengan konsumsi bahan bakar sebesar 0,694 kg/h**.**
- Pada 2600 rpm, produksi uap sedikit menurun menjadi 2,303 kg/h, tetapi konsumsi bahan bakar justru meningkat menjadi 1,163 kg/h**.**
- Pada 2500 rpm, produksi uap menurun lagi menjadi 1,734 kg/h, dengan konsumsi bahan bakar sebesar 1,024 kg/h**.**

4.4 Hasil Distribusi Temperature Api

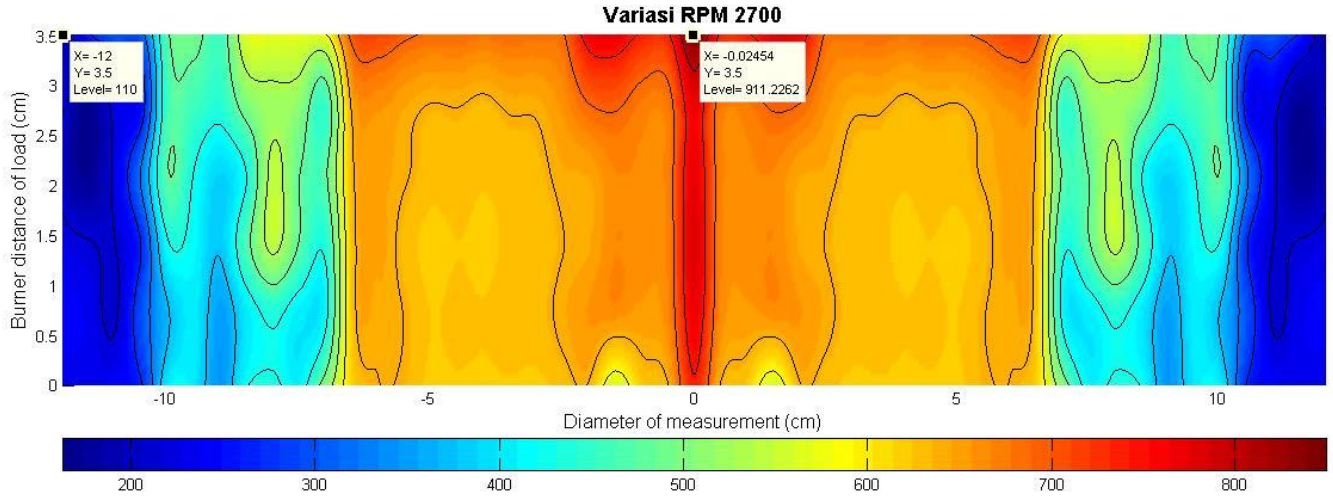
Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variasi kecepatan putaran blower (rpm) terhadap distribusi temperatur pada proses pembakaran menggunakan burner. Empat grafik kontur temperatur ditampilkan untuk masing-masing variasi rpm (2500, 2600, 2700, dan 2800), menggambarkan sebaran temperatur berdasarkan sumbu horizontal (diameter pengukuran dalam cm) dan sumbu vertikal (jarak burner terhadap beban dalam cm). Warna pada kontur menunjukkan intensitas temperatur, di mana warna biru mewakili temperatur rendah dan warna merah tua hingga putih menunjukkan temperatur tinggi lebih tepatnya mengenai distribusi temperatur pada masing-masing variasi putaran blower ditunjukkan pada gambar 4.3


Variasi RPM 2500
BUrner distance of load (cm)
Diameter of measurement (cm)
X: -1.84
Y: 3.456
Level: 815.2
X: -7.779
Y: 0.2658
Level: 454.8

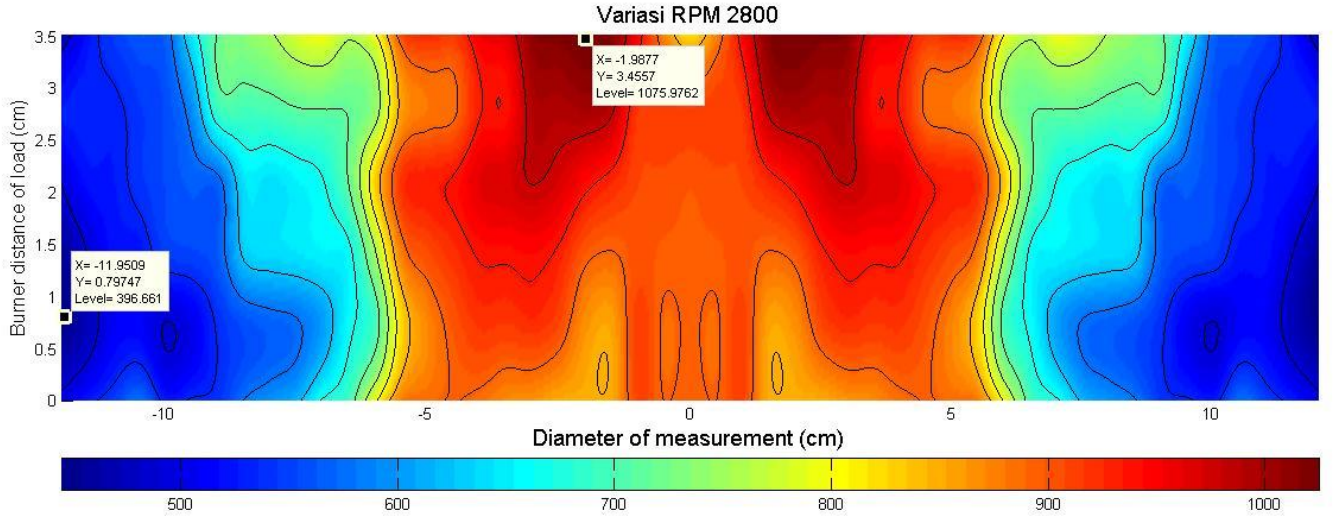
1


Variasi RPM 2600
Burner distance of load (cm)
Diameter of measurement (cm)
X= -0.80982
Y= 2.7025
Level= 908.2116
X= -12
Y= 0.62025
Level= 478.7215

2



3



4

Gambar 4. 3 Grafik isothermal distribusi temperature api dengan variasi distribusi lubang laluan udara pada burner (1)2500 rpm (2)2600 rpm (3)2700 rpm (4)2800 rpm

1. Variasi 2500 rpm

   Pada variasi kecepatan blower sebesar 2500 rpm, hasil distribusi temperatur menunjukkan bahwa area dengan temperatur tertinggi terletak di bagian tengah dengan nilai maksimum sekitar 815.2°C**,** seperti ditunjukkan oleh label pada gambar. Temperatur minimum berada di daerah pinggir kiri dengan nilai 454.8°C.

Distribusi temperatur pada grafik ini masih tergolong tidak merata. Titik-titik temperatur tinggi membentuk pola lokal yang sempit dan cenderung vertikal, menunjukkan bahwa nyala api belum menyebar luas secara horizontal. Pola ini menandakan bahwa pada kecepatan blower rendah, pembakaran masih belum optimal. Keterbatasan suplai udara menyebabkan pembakaran tidak sepenuhnya sempurna, sehingga nyala api menjadi kuning tidak mampu menjangkau seluruh permukaan beban secara merata akibatnya bejana menjadi hangus dikarenakan pembakaran yang kurang optimal.

Hal ini diperkuat dengan sebaran warna biru dan cyan di sisi kiri dan kanan, menandakan bahwa banyak area berada pada suhu rendah, yang berarti energi panas belum tersebar secara efisien. Ini mengindikasikan bahwa pada 2500 rpm, proses pencampuran bahan bakar dan udara belum homogen.

2. Variasi 2600 rpm

Saat rpm blower ditingkatkan menjadi 2600 rpm, terlihat peningkatan signifikan pada temperatur maksimum yang mencapai 908.2°C, dengan temperatur minimum berada di kisaran 478.7°C. Distribusi temperatur pada grafik ini menunjukkan pola yang mulai menyebar merata di bagian tengah dan menyamping ke arah kiri dan kanan.

Terlihat bahwa peningkatan rpm sebesar 100 menyebabkan peningkatan suhu hampir 100°C, yang mengindikasikan bahwa aliran udara tambahan dari blower memperbaiki proses oksidasi bahan bakar. Warna merah dan oranye lebih dominan dan menyebar luas ke sisi horizontal, memperlihatkan pembakaran lebih efektif dan efisien.

Distribusi panas yang lebih luas ini menandakan bahwa dengan penambahan suplai udara, reaksi pembakaran berlangsung lebih sempurna. Gelembung panas tampak lebih simetris terhadap sumbu vertikal, mencerminkan kestabilan nyala yang meningkat. 2600 rpm mulai menunjukkan kondisi ideal di mana nyala api mulai menandakan nyala

kuning kebiruan sehingga dapat menyesuaikan bentuk permukaan beban dan memberikan pemanasan lebih merata.

3. Variasi 2700 rpm

Rpm 2700 menghasilkan temperatur puncak sebesar 911.2°C**,** hanya sedikit lebih tinggi dari 2600 rpm. Meskipun terjadi peningkatan suhu puncak, distribusi panas mulai menunjukkan perubahan pola. Warna merah terang di pusat tetap mendominasi, namun di sisi kiri dan kanan, area dengan suhu lebih rendah (warna biru dan hijau) kembali meningkat.

Ini menunjukkan kemungkinan mulai terjadinya turbulensi berlebih akibat aliran udara yang terlalu tinggi. Aliran udara yang terlalu kuat dapat menyebabkan nyala api hanya berpusat di bagian tengah beban menjadikan lebih tidak stabil dan terpecah akan tetapi warna dari api tersebut sudah menunjukkan warna kebiruan. Akibatnya, bagian sisi beban tidak menerima panas secara konsisten.

Secara visual, pola sebaran temperatur pada 2700 rpm terlihat memiliki intensitas panas yang tinggi di titik pusat namun mulai kehilangan efisiensi pada area luar. Ini merupakan indikasi bahwa peningkatan rpm tidak selalu menghasilkan performa pemanasan yang lebih baik, terutama jika tidak disertai kontrol pada aliran bahan bakar.

4 Variasi 2800 rpm

Pada kecepatan tertinggi yaitu 2800 rpm, temperatur maksimum mencapai 1075.9°C, merupakan nilai tertinggi dari seluruh variasi. Distribusi panas sangat luas dan dominan di area tengah hingga ke sisi kiri dan kanan, dengan warna merah terang hingga putih menutupi sebagian besar area.

Peningkatan signifikan ini menandakan bahwa suplai udara yang besar telah memungkinkan pembakaran berlangsung dengan sangat efisien. Warna nyala api sudah tampak biru menyebar mengidentifikasi pembakaran sempurna. Sebaran panas menjadi lebih luas, yang sangat penting dalam aplikasi pemanasan beban besar.

Namun, meskipun nilai suhu maksimum tinggi dan distribusi panas tampak merata, penting untuk mempertimbangkan potensi overheat atau pemborosan bahan bakar jika rpm melebihi kebutuhan operasional. Oleh karena itu, 2800 rpm memberikan efisiensi maksimum dari segi temperatur, namun perlu dianalisis lebih lanjut terkait konsumsi energi dan emisi yang dihasilkan.

Tabel 4.2 merangkum hasil pengukuran temperatur maksimum dari keempat variasi:

Tabel 4. 2 hasil pengukuran distribusi temperatur maksimal

rpm	Temperatur Maksimum (°C)	Catatan Distribusi
2500	815.2	Sebaran tidak merata, pusat sempit
2600	908.2	Lebih merata, nyala lebih stabil
2700	911.2	Mulai terjadi ketidakteraturan
2800	1075.9	Merata dan luas, efisiensi pembakaran tinggi

Dari hasil di atas, dapat disimpulkan bahwa peningkatan rpm blower secara umum meningkatkan efisiensi pembakaran melalui kenaikan temperatur dan perluasan sebaran panas. Namun, terdapat titik optimal sebelum kelebihan suplai udara menyebabkan ketidakteraturan atau turbulensi. rpm 2600 dan 2800 dapat dianggap sebagai rentang efisien dengan performa tinggi, namun 2800 rpm lebih unggul dalam hal sebaran temperatur.

4.5 Hasil Uji Emisi Gas Buang

Tabel 4. 3 hasil uji emisi gas buang

Unsur	Satuan	Variasi putaran blower (rpm)			
		2500	2600	2700	2800
CO	%	5,66	5,65	5,21	1,72
HC	ppm	50,14	31,6	35,41	27,82
CO_2	%	7,98	8,28	8,80	10,18

Data hasil pengukuran emisi gas buang mencakup tiga parameter utama, yaitu karbon monoksida (CO)**,** hidrokarbon (HC)**,** dan karbon dioksida (CO_2)**.** Ketiganya merupakan indikator penting dalam mengevaluasi efisiensi pembakaran dan dampak lingkungan dari proses pembakaran yang dilakukan dengan variasi laju aliran udara pada burner (rpm). Hasil pengujian emisi gas buang disajikan pada tabel 4.3

Tabel

1. Karbon Monoksida (CO)

CO adalah hasil pembakaran tidak sempurna dari bahan bakar karbon. Tingginya kadar CO menunjukkan bahwa tidak semua karbon dalam bahan bakar bereaksi menjadi CO_2.

- Pada rpm 2500 hingga 2600, kadar CO sangat tinggi (5.65–5.66%), menunjukkan pembakaran masih sangat tidak efisien karena suplai oksigen tidak mencukupi.
- rpm 2700 menunjukkan sedikit perbaikan dengan kadar CO menurun menjadi 5.21%.
- rpm2800 memberikan hasil terbaik dengan kadar CO paling rendah, yaitu 1.72%**.**

Penurunan kadar CO seiring peningkatan rpm disebabkan oleh bertambahnya suplai udara (O_2), yang memperbaiki proses oksidasi karbon menjadi CO_2. Ini menunjukkan bahwa pada RPM tinggi, proses pembakaran lebih mendekati sempurna.

2. Hidrokarbon (HC)

HC merupakan senyawa organik yang tidak terbakar sempurna dan dilepaskan sebagai emisi. Kadar HC tinggi menandakan bahwa banyak bahan bakar yang belum terbakar sempurna.

- rpm 2500 menunjukkan kadar HC tertinggi, yaitu 50.14 ppm**,** mengindikasikan pembakaran paling tidak efisien.
- Pada rpm 2600 dan 2700, kadar HC menurun menjadi masing-masing 31.60 ppm dan 35.41 ppm.

- rpm 2800 kembali menunjukkan performa terbaik dengan HC terendah (27.82 ppm)**.**

Penurunan kadar HC mengindikasikan bahwa peningkatan rpm meningkatkan efektivitas pencampuran udara dan bahan bakar, serta menjaga kestabilan nyala, sehingga mengurangi emisi bahan bakar yang tidak terbakar.

3. Karbon Dioksida (CO_2)

CO_2 adalah produk utama dari pembakaran sempurna karbon. Meningkatnya kadar CO_2 berarti proses pembakaran menghasilkan lebih sedikit polutan berbahaya seperti CO dan HC, dan lebih banyak energi panas.

- rpm 2500–2600 menghasilkan CO_2 dalam kisaran rendah (7.98–8.28%).
- rpm 2700 sedikit lebih baik pada 8.80%.
- rpm 2800 menghasilkan kadar CO_2 tertinggi, yaitu 10.18%**,** menunjukkan pembakaran paling efisien dan konversi karbon ke CO_2 yang optimal.

Ini konsisten dengan penurunan kadar CO dan HC pada rpm tinggi, menunjukkan bahwa pada rpm 2800, reaksi pembakaran paling lengkap terjadi.

a Analisis Perbandingan

Perbandingan nilai CO, HC, dan CO_2 pada masing-masing rpm menggambarkan hubungan langsung antara suplai udara (melalui RPM blower) dengan efisiensi pembakaran dan emisi gas buang**.**

- rpm 2500**:** Pembakaran sangat tidak efisien. CO dan HC tinggi, CO_2 rendah.
- rpm 2600**:** Terjadi peningkatan efisiensi, tapi belum signifikan.
- rpm 2700: Kadar CO dan HC menurun, CO_2 naik. Namun, masih belum optimal.

- rpm 2800**:** Pembakaran paling sempurna, ditandai dengan CO terendah, HC terendah, dan CO_2 tertinggi.

b Implikasi Lingkungan dan Operasional

- Lingkungan**:** Emisi CO dan HC sangat berbahaya jika dilepaskan dalam jumlah besar. Oleh karena itu, pengoperasian burner pada rpm 2800 akan lebih ramah lingkungan karena menghasilkan emisi lebih rendah.
- Efisiensi**:** Meningkatkan rpm blower ternyata secara signifikan meningkatkan efisiensi pembakaran. Ini tidak hanya menghasilkan suhu yang lebih tinggi (seperti ditunjukkan pada analisis kontur temperatur), tetapi juga memperbaiki kualitas emisi.
- Energi & Bahan Bakar**:** Pada rpm rendah, banyak bahan bakar yang terbuang sia-sia sebagai HC. rpm tinggi meminimalkan pemborosan bahan bakar, meskipun konsumsi energi untuk menggerakkan blower juga meningkat yang perlu dianalisis dalam studi kelayakan energi total.

BAB V
KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian menunjukkan bahwa variasi laju aliran udara (rpm) pada sistem pembakaran burner sangat memengaruhi efisiensi energi, produksi uap, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang. Rpm 2800 menghasilkan efisiensi tertinggi sebesar 55,52%, dengan produksi uap paling besar (6,772 kg/h) dan konsumsi minyak yang relatif rendah (0,819 kg/h) hal ini terjadi karena keseimbangan pencampuran antara udara, proses pembakaran, dan pemanfaatan panas, sehingga energi dari bahan bakar dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk menghasilkan uap dengan konsumsi minyak yang efisien, Pada 2700 rpm**,** produksi uap menurun menjadi (2,395 kg/h), dengan konsumsi bahan bakar sebesar (0,694 kg/h) dengan nilai efisiensi 36,01% Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun bahan bakar lebih hemat, proses pembakaran belum sepenuhnya efektif dalam menghasilkan panas yang dapat dimanfaatkan untuk pembentukan uap. Pada rpm rendah (2500–2600), proses pembakaran tidak berjalan optimal, yang ditunjukkan oleh efisiensi rendah (19,43–20,08%), konsumsi minyak yang tinggi, hal ini mengindikasikan bahwa pasokan udara tidak mencukupi untuk mendukung pembakaran sempurna.

Pada 2500 rpm, hasil distribusi temperatur maksimum yang di dapat sekitar 815.2℃ ini terjadi karena pencampuran udara dan bahan bakar belum berlangsung secara optimal. Akibatnya, panas yang dihasilkan relatif lebih rendah dan distribusi temperatur belum merata, Pada rpm 2600, peningkatan temperatur maksimum hingga 908℃ meskipun temperatur maksimum meningkat, kondisi pembakaran pada 2600 RPM belum sepenuhnya optimal. Hal ini disebabkan oleh percampuran udara dan bahan bakar yang belum berada pada titik ideal, sehingga masih terdapat sebagian energi panas yang belum termanfaatkan secara maksimal ,rpm 2700 menunjukkan temperatur puncak sebesar 911°C meskipun temperatur puncak relatif tinggi, namun kestabilan nyala api belum sepenuhnya optimal .Sebaliknya, pada rpm 2800, temperatur tertinggi mencapai 1075°C, hal ini menunjukkan bahwa pada rpm

2800 terjadi proses pembakaran yang paling efektif dan stabil, sehingga menghasilkan distribusi panas yang optimal.

Pada putaran rendah (2500–2600 rpm), kadar CO masih relatif tinggi, yaitu sebesar 5,66% dan 5,65%, serta emisi HC juga cukup besar, masing-masing 50,14 ppm dan 31,6 ppm. Kondisi ini menunjukkan bahwa pembakaran belum berlangsung secara sempurna akibat suplai udara yang belum mencukupi, sehingga masih banyak bahan bakar yang tidak terbakar sempurna. Hal ini juga tercermin dari kadar CO_2 yang masih relatif rendah, yaitu 7,98%–8,28%. Pada 2700 rpm, terjadi perbaikan kualitas pembakaran yang ditunjukkan oleh penurunan kadar CO menjadi 5,21% dan peningkatan CO_2 menjadi 8,80%. Namun, emisi HC mengalami sedikit peningkatan menjadi 35,41 ppm, yang mengindikasikan adanya gangguan stabilitas nyala atau pencampuran udara–bahan bakar yang belum sepenuhnya optimal. Kondisi paling baik terjadi pada rpm 2800, di mana CO hanya 1,72%, HC turun menjadi 27,82 ppm, dan CO_2 meningkat menjadi 10,18%. Ini menandakan bahwa pembakaran pada rpm 2800 mendekati sempurna, karena karbon dalam bahan bakar lebih banyak teroksidasi menjadi CO_2 , bukan CO atau sisa HC yang belum terbakar dan di tandai dengan nyala api biru setabil.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa peningkatan laju aliran udara memperbaiki kualitas pembakaran dan menurunkan emisi polutan berbahaya. rpm 2800 memberikan hasil terbaik dari sisi lingkungan, dan seharusnya dijadikan acuan operasional untuk mengurangi emisi serta meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan.

.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan lebih lanjut. Pertama, penelitian selanjutnya sebaiknya melibatkan penggunaan alat pengontrol aliran udara secara otomatis untuk mendapatkan pengaturan laju udara yang lebih presisi dan stabil.

Hal ini bertujuan agar efisiensi pembakaran dan kualitas api dapat dioptimalkan secara berkelanjutan dalam kondisi operasi nyata.

Kedua, perlu dilakukan **p**engembangan desain burner yang lebih baik dengan mempertimbangkan bentuk, ukuran, dan arah aliran udara agar proses pencampuran udara dan bahan bakar menjadi lebih homogen, sehingga pembakaran lebih sempurna dan emisi gas buang berkurang.

Ketiga, disarankan agar bahan bakar oli bekas disaring terlebih dahulu sebelum digunakan. Proses penyaringan dapat membantu mengurangi kandungan air, kotoran, dan kontaminan lain yang dapat mengganggu proses pembakaran dan memperbesar emisi gas buang berbahaya.

Terakhir, akan lebih baik jika dalam penelitian selanjutnya dilakukan pengukuran parameter emisi tambahan, seperti partikulat (PM) dan hidrokarbon (HC), untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif tentang dampak lingkungan dari penggunaan oli bekas sebagai bahan bakar alternatif.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Sudarno, S. Soeparman, S. Wahyudi, W dan A.S.Widodo "Pengaruh Reflektor Radiasi Panas Bersirip Terhadap Peningkatan Efisiensi Sistem Pemanasan dengan Menggunakan Kompor LPG,"Int. J.Technol., Vol 12, no1,PP. 163-174, 2021.

[2] A. Pratama, B. Basyirun, Y.W. Atmojo, G. W Ramadhan, And A.R hidayat,"Rancang Bangun Kompor (Burner) Berbahan Bakar Oli Bekas," Mek. Maj. Ilm. Mek., Vol. 19, no. 2, p. 95, 2020, doi :10.20961/ mekanika.v19i2.42378.

[3] D. Pradana, A. C. Putra, and E. E. Rosyida, "Pengembangan Produk Kompor Oli Bekas Dengan Mempertimbangkan Risiko Untuk Meningkatkan Efesiensi Biaya Produksi Baglog Jamur," *Semin. Nas. Fak. Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 27–34, 2022, doi: 10.36815/semastek.v1i1.5.

[4] A. Amri, H. hamri, & F. A.; Sofyan , " Analisis Nilai Ekonomis Oli Bekas Pada Kompor Bertekanan Berpemanas Awal." J-Movie: Jurnal Teknik Mesin, Vol. 1, no. 1, 2019

[5] J. Juanidi, E. Kurniawan, and A. Lasmana, " Analisis laju Aliran Udara dan Laju Aliran Masa Bahan Bakar Terhadap Beban Pembakaran Sampah Pada Icinerator," Berbahan Bakar Limbah oli Bekas," J. Enggine energi, Manufaktur, dan Meter., vol.5, no. 1, p. 17, 2021

[6] A. Pratama, B. Basyirun, Y.W. Atmojo, G. W Ramadhan, And A.R hidayat,"Rancang Bangun Kompor (Burner) Berbahan Bakar Oli Bekas," Mek. Maj. Ilm. Mek., Vol. 19, no. 2, p. 95, 2020, doi :10.20961/ mekanika.v19i2.42378.

[7] M. Mafruddin, K. Ridhuan, E. Budiyanto, K. Kurniawan, M. A. Mubarak, and N. B. Pratama, "Pengaruh laju aliran udara dan lubang uap air terhadap kinerja kompor dengan bahan bakar oli bekas," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 11, no. 2, pp. 308–316, 2022, doi: 10.24127/trb.v11i2.2336.

[8] W. P. Raharjo,"Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Salah Satu alternatif Solusi Untuk Mengurangi Kebutuhan Minyak Bakar."Jurnal Mekanika, vol. 3, no. 1, pp. 23-25, 2004

[9] A. R. Hidayat and B. Basyirun, "Pengaruh Jenis Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Kompor Pengecoran Logam Terhadap Waktu Konsumsi dan Suhu Maksimal pada Pembakaran," *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 103–108, 2020, doi: 10.21831/dinamika.v5i2.34802.

[10] S. Sudarno. F. Fadelan , "Pengaruh Diameter Elemen Bara Api Terhadap Peningkatan.Efisiensi Kompor LPG (Effect Of Diameter Of Embers On The Improvement Of Efficiency Of Lpg Stove)," *Semesta Tek.*, vol. 20, no. 2, pp. 154–163, 2017.

[11] Azharuddin, A. Anwar Sani, and M. Ade Ariasya, "Proses Pengolahan Limbah B3 (Oli Bekas) Menjadi Bahan Bakar Cair Dengan Perlakuan Panas Yang Konstan," *J. AUSTENIT*, vol. 12, no. 2, pp. 48–53, 2020.

[12] M. Ezzati, D. Kammen, and M, "Indoor air pollution from biomass combustion as a risk factor for acute respiratory infections in Kenya: an exposure-response study. Lancet 358: 619-624.," *Agritech*, vol. 32, no. 4, pp.619–624, 2001, [Online]. Available: www.woodgas.com

[13] A. Anam, "Pengaruh Dimensi Kompor Biomasa Terhadap Performansinya," *Pist. J. Tech. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 19–24, 2017, doi: 10.32493/pjte.v1i1.545.

[14] Banggala , A. L., Rompis, L., Sanger, J. B., Studi, P. Elektro, T., Teknik, F.,l Studi, P., Informatika, T., Teknik, F., Katolik, U., & Salle, D. La. Perancangan Sistem Otomasi Suhu Berbasis Mikrocontroler. Jurnal REALTECH, 14(1), 1-7.(2018).

[15] Putra, N. E., Fiatnop, A ., & Munti, N. Y. S. Rancang Bangun Kompor Biomasa Sebagai Kompor Ramah Lingkungan. Jurnal Teknik Industri Terintegrasi(JUTIN). Vol.5. no(1). Hal 55-67. (2022).

[16] S. Suliono, F. Dionisius, and B. Sudarmanta, "Pengaruh Kecepatan Aliran

Udara Dengan Pengaturan Dimmer Pada Tekanan Udara Masuk Pada Proses Gasifikasi Sekam Padi Terhadap Pembentukan Flamable Gas," *JTT (Jurnal Teknol. Ter.*, vol. 6, no. 1, p. 62, 2020, doi: 10.31884/jtt.v6i1.237.

[17] P. Agarwal, A. Anand, and R. Gupta, "Performance Analysis of Conventional Lpg Cooking Stove," *Int. J. Appl. Bio-Engineering*, vol. 9, no. 1, pp. 15–19, 2015, doi: 10.18000/ijabeg.10127.

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO

Data pengukuran konsumsi bahan bakar dan produksi uap air

Lampiran 1 Pengukuran konsumsi bahan bakar dan produksi uap air pada variasi laju aliran udara 2500 (n=18 lubang, d=3 mm)

Tanggal uji	Percobaan 1			Percobaan 2			Percobaan 3			Percobaan 4			Percobaan 5					
	Waktu (menit)	TA (^{O}C)	TR (^{O}C)	Waktu (menit)	TA (^{O}C)	TR (^{O}C)	Waktu (menit)	TA (^{O}C)	TR (^{O}C)	Waktu (menit)	TA (^{O}C)	TR (^{O}C)	Waktu (menit)	TA (^{O}C)	TR (^{O}C)			
keterangan:	0	26	28,1	0	26	28,1	0	26	28,2	0	26	28	0	26	28,1			
	5	42	28,1	5	35	28,1	5	40	28,2	5	38	28	5	40	28,1			
TA : temp. air (^{O}C)	10	49	28,1	10	48	28,1	10	52	28,2	10	49	28	10	51	28,1			
TR : temp. ruang (^{O}C)	15	54	28,1	15	57	28,1	15	62	28,2	15	56	28	15	61	28,1			
Tinggi beban 3.5 cm	20	59	28,1	20	69	28,1	20	69	28,2	20	70	28	20	70	28,1			
Diameter bejana 40 cm	25	67	28,1	25	80	28,1	25	77	28,2	25	81	28	25	76	28,1			
Massa air 15789,3 gr	30	74	28,1	30	89	28,1	30	88	28,2	30	88	28	30	89	28,1			
Massa bejana 970,7 gr	35	84	28,1	35	91	28,2	35	91	28,2	35	91	28	35	91	28,1			
Massa bejana + air 16760 gr	40	94	28,1	40	94	28,2	40	95	28,2	40	94	28,1	40	95	28,1			
Massa oil + tabung 2924 gr	45	98	28,2	45	97	28,2	43	100	28,2	45	97	28,1	42	100	28,1			
Lubang udara 18: 6,6,6	46	100	28,2	46	100	28,2	45	100	28,2	46	100	28,1	45	100	28,1			
Diameter lubang udara 3 mm	50	100	28,2	50	100	28,2	50	100	28,3	50	100	28,1	50	100	28,2			
	55	100	28,2	55	100	28,2	55	100	28,3	55	100	28,1	55	100	28,2			
	60	100	28,2	60	100	28,2	60	100	28,3	60	100	28,1	60	100	28,2			
Massa Uap (gr)	1.672			1.875,0			1.769,00			1533			1.820					
Massa oil (gr)	1200			980			952			890			1100					

Variasi rpm 2500

	1	2	3	4	5	Rata-rata
Masa Uap (gr)	1.672	1.875,0	1.769,00	1.533	1.820	1.733,800
Masa oil (gr)	1200	980	952	890	1100	1.024,400
Masa Uap (kg)	1,672	1,875	1,769	1,533	1,82	1,734
Masa oil (kg)	1,2	0,98	0,952	0,89	1,1	1,024
Efisiensi	16,15	20,82	20,87	20,99	18,30	19,43

Lampiran 2 Pengukuran konsumsi bahan bakar dan produksi uap air pada variasi laju aliran udara 2600 (n=18 lubang, d=3 mm)

Tanggal uji	Percobaan 1			Percobaan 2			Percobaan 3			Percobaan 4			Percobaan 5					
	Waktu (menit)	TA (^{O}C)	TR (^{O}C)	Waktu (menit)	TA (^{O}C)	TR (^{O}C)	Waktu (menit)	TA (^{O}C)	TR (^{O}C)	Waktu (menit)	TA (^{O}C)	TR (^{O}C)	Waktu (menit)	TA (^{O}C)	TR (^{O}C)			
keterangan:	0	26	28,1	0	26	28,1	0	26	28,2	0	26	28	0	26	28,1			
	5	42	28,1	5	35	28,1	5	36	28,2	5	38	28	5	36	28,1			
TA : temp. air (^{O}C)	10	52	28,1	10	42	28,1	10	45	28,2	10	51	28	10	43	28,1			
TR : temp. ruang (^{O}C)	15	62	28,1	15	52	28,1	15	56	28,2	15	61	28	15	55	28,1			
Tinggi beban 3.5 cm	20	73	28,1	20	65	28,1	20	65	28,2	20	73	28	20	62	28,1			
Diameter bejana 40 cm	25	80	28,1	25	69	28,1	25	74	28,2	25	85	28	25	67	28,1			
Massa air 15789,3 gr	30	88	28,1	30	74	28,1	30	82	28,2	30	94	28	30	75	28,1			
Massa bejana 970,7 gr	35	94	28,1	35	80	28,2	35	89	28,2	35	96	28	35	85	28,1			
Massa bejana + air 16760 gr	40	98	28,1	40	89	28,2	40	94	28,2	37	100	28,1	40	96	28,1			
Massa oil + tabung 2924 gr	41	100	28,2	45	95	28,2	43	100	28,2	40	100	28,1	42	100	28,1			
Lubang udara 18: 6,6,6	45	100	28,2	46	100	28,2	45	100	28,2	45	100	28,1	45	100	28,1			
Diameter lubang udara 3 mm	50	100	28,2	50	100	28,2	50	100	28,3	50	100	28,1	50	100	28,2			
	55	100	28,2	55	100	28,2	55	100	28,3	55	100	28,1	55	100	28,2			
	60	100	28,2	60	100	28,2	60	100	28,3	60	100	28,1	60	100	28,2			
Massa Uap (gr)	2858			1.811			2.173			2.859			1.815,7					
Massa oil (gr)	1.152			898			959			1.705			1100					

Variasi rpm 2600

	1	2	3	4	5	Rata-rata
Masa Uap (gr)	2858	1.811	2.173	2.859	1.815,7	2.303,340
Masa oil (gr)	1.152	898	959	1.705	1100	1.162,880
Masa Uap (kg)	2,858	1,811	2,173	2,859	1,8157	2,303
Masa oil (kg)	1,152	0,8984	0,959	1,705	1,1	1,163
Efisiensi	22,02	22,35	22,85	14,88	18,28	20,08

lampiran 3 Pengukuran konsumsi bahan bakar dan produksi uap air pada variasi laju aliran udara 2700 (n=18 lubang, d=3 mm)

Tanggal uji	Percobaan 1			Percobaan 2			Percobaan 3			Percobaan 4			Percobaan 5					
	Waktu (menit)	TA (^{O}C)	TR (^{O}C)	Waktu (menit)	TA (^{O}C)	TR (^{O}C)	Waktu (menit)	TA (^{O}C)	TR (^{O}C)	Waktu (menit)	TA (^{O}C)	TR (^{O}C)	Waktu (menit)	TA (^{O}C)	TR (^{O}C)			
keterangan:	0	26	28,1	0	26	28,1	0	26	28,2	0	26	28	0	26	28,1			
	5	41	28,1	5	45	28,1	5	43	28,2	5	46	28	5	42	28,1			
TA : temp. air (^{O}C)	10	49	28,1	10	62	28,1	10	60	28,2	10	63	28	10	60	28,1			
TR : temp. ruang (^{O}C)	15	56	28,1	15	73	28,1	15	68	28,2	15	72	28	15	68	28,1			
Tinggi beban 3.5 cm	20	63	28,1	20	83	28,1	20	74	28,2	20	84	28	20	73	28,1			
Diameter bejana 40 cm	25	71	28,1	25	91	28,1	25	83	28,2	25	92	28	25	84	28,1			
Massa air 15789,3 gr	30	80	28,1	30	96	28,1	30	90	28,2	30	99	28	30	92	28,1			
Massa bejana 970,7 gr	35	89	28,1	32	100	28,2	35	97	28,2	31	100	28	35	97	28,1			
Massa bejana + air 16760 gr	40	96	28,1	35	100	28,2	36	100	28,2	35	100	28,1	38	100	28,1			
Massa oil + tabung 2924 gr	41	100	28,2	40	100	28,2	40	100	28,2	40	100	28,1	40	100	28,1			
Lubang udara 18: 6,6,6	45	100	28,2	45	100	28,2	45	100	28,2	45	100	28,1	45	100	28,1			
Diameter lubang udara 3 mm	50	100	28,2	50	100	28,2	50	100	28,3	50	100	28,1	50	100	28,2			
	55	100	28,2	55	100	28,2	55	100	28,3	55	100	28,1	55	100	28,2			
	60	100	28,2	60	100	28,2	60	100	28,3	60	100	28,1	60	100	28,2			
Massa Uap (gr)	1930			2995			2041			2956			2052					
Massa oil (gr)	1143			617			546			618			547					

Variasi rpm 2700

	1	2	3	4	5	Rata-rata
Masa Uap (gr)	1930	2995	2041	2956	2956	2.394,800
Masa oil (gr)	1143	617	546	618	547	694,200
Masa Uap (kg)	1,93	2,995	2,041	2,956	2,052	2,395
Masa oil (kg)	1,143	0,617	0,546	0,618	0,547	0,694
Efisiensi	18,10	42,24	38,91	41,86	38,94	36,01

Lampiran 4 Pengukuran konsumsi bahan bakar dan produksi uap air pada variasi laju aliran udara2800 (n=18 lubang, d=3 mm)

Tanggal uji	Percobaan 1			Percobaan 2			Percobaan 3			Percobaan 4			Percobaan 5					
	Waktu (menit)	TA (^{O}C)	TR (^{O}C)	Waktu (menit)	TA (^{O}C)	TR (^{O}C)	Waktu (menit)	TA (^{O}C)	TR (^{O}C)	Waktu (menit)	TA (^{O}C)	TR (^{O}C)	Waktu (menit)	TA (^{O}C)	TR (^{O}C)			
keterangan:	0	26	28,1	0	26	28,1	0	26	28,2	0	26	28	0	26	28,1			
	5	59	28,1	5	58	28,1	5	57,6	28,2	5	59	28	5	57,3	28,1			
TA : temp. air (^{O}C)	10	80	28,1	10	78,9	28,1	10	80,3	28,2	10	80	28	10	78,4	28,1			
TR : temp. ruang (^{O}C)	14,2	100	28,1	14,7	100	28,1	14,6	100	28,2	14,3	100	28	14,8	100	28,1			
Tinggi beban 3.5 cm	15	100	28,1	15	100	28,1	15	100	28,2	15	100	28	15	100	28,1			
Diameter bejana 40 cm	20	100	28,1	20	100	28,1	20	100	28,2	20	100	28	20	100	28,1			
Massa air 15789,3 gr	25	100	28,1	25	100	28,1	25	100	28,2	25	100	28	25	100	28,1			
Massa bejana 970,7 gr	30	100	28,1	30	100	28,2	30	100	28,2	30	100	28	30	100	28,1			
Massa bejana + air 16760 gr	35	100	28,1	35	100	28,2	35	100	28,2	35	100	28,1	35	100	28,1			
Massa oil + tabung 2924 gr	40	100	28,2	40	100	28,2	40	100	28,2	40	100	28,1	40	100	28,1			
Lubang udara 18: 6,6,6	45	100	28,2	45	100	28,2	45	100	28,2	45	100	28,1	45	100	28,1			
Diameter lubang udara 3 mm	50	100	28,2	50	100	28,2	50	100	28,3	50	100	28,1	50	100	28,2			
	55	100	28,2	55	100	28,2	55	100	28,3	55	100	28,1	55	100	28,2			
	60	100	28,2	60	100	28,2	60	100	28,3	60	100	28,1	60	100	28,2			
Massa Uap (gr)	5648			7003			7134			6978			7098					
Massa oil (gr)	632			847			897			856			864					

Variasi rpm 2800

	1	2	3	4	5	Rata-rata
Masa Uap (gr)	5.648,0	7.003,0	7134	6.978,0	7.098,0	6.772,200
Masa oil (gr)	632	847	897	856	864	819,200
Masa Uap (kg)	5,648	7,003	7,134	6,978	7,098	6,772
Masa oil (kg)	0,632	0,847	0,97	0,856	0,864	0,819
Efisiensi	62,45	54,68	52,37	53,96	54,16	55,52

Lampiran 5 Rekapitulasi rata rata distribusi temperature api kompor variasi laju aliran udara 2500 rpm

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Titik
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	mm
1	758	709	655	694	690	646	650	662	627	610	559	506	496	499	504	409	506	608	903	874	713	628	590	565	521	
2	779	735	686	737	732	691	699	692	642	631	588	541	531	522	517	415	512	608	863	844	716	640	608	585	532	
3	785	764	720	779	717	708	679	685	659	658	606	541	537	525	514	420	514	592	820	808	701	634	604	577	527	
4	828	792	758	797	746	614	713	721	701	696	647	572	547	534	527	495	525	601	828	816	711	644	616	736	688	
5	826	791	741	774	701	613	718	742	722	710	653	573	553	536	527	490	529	605	799	795	701	641	615	600	550	
6	847	824	796	833	820	813	821	807	779	742	673	591	564	545	535	510	533	609	781	788	705	645	618	600	551	

Lampiran 6 Rekapitulasi rata rata distribusi temperature api kompor variasi laju aliran udara 2600 rpm

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Titik
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	mm
1	851	855	925	824	799	795	812	761	754	722	713	689	653	640	631	671	655	650	642	647	637	653	618	586	426	
2	870	855	897	853	835	845	843	775	774	761	736	699	661	643	630	660	652	650	648	660	654	680	644	610	481	
3	861	868	894	858	840	859	850	791	787	772	737	700	668	647	632	663	653	646	645	653	648	674	638	695	457	
4	903	901	899	897	881	905	878	817	820	790	760	720	687	669	651	682	667	657	656	666	664	698	663	630	477	
5	894	901	906	869	789	766	869	808	777	762	747	717	686	670	656	689	674	665	662	675	667	704	674	650	490	
6	874	878	873	849	749	813	838	765	757	771	746	719	692	673	660	689	680	675	672	681	675	703	688	654	483	

Lampiran 7 Rekapitulasi rata rata distribusi temperature api kompor variasi laju aliran udara 2600 rpm

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Titik
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	mm
1	780	660	642	565	659	650	641	643	642	643	641	658	661	635	503	393	423	409	315	384	388	220	195	181	176	
2	815	693	679	687	684	668	652	652	646	649	645	661	667	646	400	386	422	384	322	385	345	258	157	185	195	
3	831	699	689	695	669	661	647	648	641	645	639	654	673	647	423	471	549	459	355	396	406	227	162	166	179	
4	821	703	694	695	672	668	654	652	647	654	652	664	673	655	468	475	552	413	365	410	472	294	175	112	146	
5	815	707	706	730	723	687	667	666	656	663	661	672	686	669	441	511	527	499	429	448	451	202	177	110	162	
6	912	780	782	820	810	720	715	719	713	721	719	732	752	738	596	584	583	578	447	491	469	272	262	218	110	

Lampiran 8 Rekapitulasi rata rata distribusi temperature api kompor variasi laju aliran udara 2800 rpm

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Titik
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	mm
1	926	919	941	873	871	870	885	892	911	920	914	904	809	691	661	595	573	553	506	501	489	548	514	488	457	
2	922	916	945	876	888	936	954	946	950	930	896	841	692	648	580	546	536	524	502	462	443	471	467	427	397	
3	925	925	932	917	927	966	981	976	975	955	936	903	758	648	637	627	620	610	534	518	512	484	482	445	402	
4	928	935	939	962	982	1012	1026	1010	1004	975	966	953	847	713	655	638	624	629	543	536	522	507	488	482	447	
5	938	946	950	1031	1046	1039	1038	976	970	914	906	879	745	712	710	708	696	691	686	570	524	509	493	495	488	
6	835	898	987	1066	1077	1071	1063	1006	993	953	960	940	812	767	808	793	757	737	712	637	537	531	512	482	419	

Lampiran 9 Rumus matlab R2016a

Rumus matlab R2016a

Distribusi variasi burner 6,6,6

```
AVR=[ 457   488   514   548   489   501   506   553   573   595   661
      691   809   904   914   920   911   892   885   870   871   873
      941   919   926   919   941   873   871   870   885   892   911
      920   914   904   809   691   661   595   573   553   506   501
      489   548   514   488   457

397   427   467   471   443   462   502   524   536   546   580   648
      692   841   896   930   950   946   954   936   888   876   945
      916   922   916   945   876   888   936   954   946   950   930
      896   841   692   648   580   546   536   524   502   462   443
      471   467   427   397

402   445   482   484   512   518   534   610   620   627   637   648
      758   903   936   955   975   976   981   966   927   917   932
      925   925   925   932   917   927   966   981   976   975   955
      936   903   758   648   637   627   620   610   534   518   512
      484   482   445   402

447   482   488   507   522   536   543   629   624   638   655   713
      847   953   966   975  1004  1010  1026  1012   982   962   939
      935   928   935   939   962   982  1012  1026  1010  1004   975
      966   953   847   713   655   638   624   629   543   536   522
      507   488   482   447

488   495   493   509   524   570   686   691   696   708   710   712
      745   879   906   914   970   976  1038  1039  1046  1031   950
      946   938   946   950  1031  1046  1039  1038   976   970   914
      906   879   745   712   710   708   696   691   686   570   524
      509   493   495   488

419   482   512   531   537   637   712   737   757   793   808   767
      812   940   960   953   993  1006  1063  1071  1077  1066   987
      898   835   898   987  1066  1077  1071  1063  1006   993   953
      960   940   812   767   808   793   757   737   712   637   537
      531   512   482   419

];


rr=AVR(:,:);


x=linspace(-12,12,49);

y=linspace(0,3.5,6);

xn=linspace(-12,12,490);
```

```
yn=linspace(0,3.5,80);
[xi,yi]=meshgrid(xn,yn);
[xii,yii]=meshgrid(x,y);

%zi1R=interp2(x,y,rr,xii,yii,'cubic');
zi2B=interp2(x,y,rr,xi,yi,'cubic');

%surf(xii,yii,zi1R),hold on
pcolor(xi,yi,zi2B),shading interp, hold on
%surf(xi,yi,zi2B),shading interp, hold on
 %contour(xii,yii,zi1R,8),hold on
contour(xi,yi,zi2B,12,'k'),hold on

axis xy, box off

%surf(xi,yi,zi2C),hold on
%contour(xi,yi,zi2C,8),hold on
colorbar('h')
```

Lampiran 10 Data pengukuran emisi gas buang

a Uji emisi gas buang variasi laju aliran udara 2500 rpm

Tes ke -	CO (%)	HC (ppm)	CO2 (%)
1	5,42	48,14	7,42
2	5,9	49,14	7,98
3	5,53	50,14	7,26
4	6,34	51,14	8,38
5	5,12	52,14	8,88
Rata-rata	**5,66**	**50,14**	**7,98**

b Uji emisi gas buang variasi laju aliran udara 2600 rpm

Tes ke -	CO (%)	HC (ppm)	CO2 (%)
1	5,06	31,71	8,41
2	5,45	32,71	8,22
3	6,99	33,71	8,39
4	6,59	34,71	8,24
5	4,15	35,71	8,16
Rata-rata	**5,65**	**31,6**	**8,28**

c Uji emisi gas buang variasi laju aliran udara 2700 rpm

Tes ke -	CO (%)	HC (ppm)	CO2 (%)
1	4,21	30,41	8,88
2	5,01	31,41	8,92
3	5,48	32,41	8,69
4	5,79	33,41	8,74
5	5,56	34,41	8,76
Rata-rata	**5,21**	35,41	**8,80**

d Uji emisi gas buang variasi laju aliran udara 2800 rpm

Tes ke -	CO (%)	HC (ppm)	CO2 (%)
1	1,74	27,5	10,42
2	1,71	28,5	9,98
3	1,72	29,5	10,26
4	1,71	30,5	10,38
5	1,72	31,5	9,88
Rata-rata	**1,72**	**27,82**	**10,18**

Lampiran 11 Foto uji efisiensi

Lampiran 12 Foto pengujian distribusi temperature

Lampiran 13 Foto pengujian emisi gas buang

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
LEMBAGA LAYANAN PERPUSTAKAAN
Jalan Budi Utomo No. 10 Ponorogo 63471 Jawa Timur Indonesia
Telp. (0352) 481124, Fax (0352) 461796, e-mail : lib@umpo.ac.id
website : www.library.umpo.ac.id
TERAKREDITASI A
(SK Nomor 00012/ LAP.PT/ I.2017)
NPP. 3502102D2014337

SURAT KETERANGAN
HASIL *SIMILARITY CHECK* KARYA ILMIAH MAHASISWA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO

Dengan ini kami nyatakan bahwa karya ilmiah ilmiah dengan rincian sebagai berikut :

Nama : ELBI DIKA PUTRA PERDANA
NIM : 19511405
Judul : PENGARUH VARIASI LAJU ALIRAN UDARA PADA BURNER TERHADAP EFISIENSI, DISTRIBUSI TEMPERATUR API, DAN EMISI GAS BUANG PADA KOMPOR BERBAHAN BAKAR OLI BEKAS

Fakultas / Prodi : S1 TEKNIK MESIN
Dosen pembimbing :

1. Dr. Sudarno, S.T., M.T.
2. Yoyok Winardi, S.T., M.T

Telah dilakukan check plagiasi berupa **Skripsi** di Lembaga Layanan Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Ponorogo dengan prosentase plagiasi sebesar **18 %**

Demikian surat keterangan dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Ponorogo, 09/02/2026
Kepala Lembaga Layanan Perpustakaan

Yolan Priatna, S.IIP., M.A
NIK. 19920528 202209 21

NB: Dosen pembimbing dimohon untuk melakukan verifikasi ulang terhadap kelengkapan dan keaslian karya beserta hasil cek Turnitin yang telah dilakukan